

PATENT COOPERATION TREATY

EO/US
PCT/EP99/05282

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark
Office
Box PCT
Washington, D.C.20231
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing:

13 April 2000 (13.04.00)

International application No.:

PCT/EP99/05282

Applicant's or agent's file reference:

P61.12PCT217

International filing date:

23 July 1999 (23.07.99)

Priority date:

05 October 1998 (05.10.98)

Applicant:

DUFNER, Thomas et al

1. The designated Office is hereby notified of its election made:



in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:

08 February 2000 (08.02.00)



in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was



was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer:

J. Zahra

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and
Administrative Instructions, Section 422)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

RAIBLE, Hans
Schoderstrasse 10
D-70192 Stuttgart
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year)

26 September 2000 (26.09.00)

Applicant's or agent's file reference

P61.12PCT217

International application No.

PCT/EP99/05282

IMPORTANT NOTIFICATION

International filing date (day/month/year)

23 July 1999 (23.07.99)

1. The following indications appeared on record concerning:



the applicant



the inventor



the agent



the common representative

Name and Address

State of Nationality

State of Residence

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:



the person



the name



the address



the nationality



the residence

Name and Address

KARWATH, Arno
Großhofenstrasse 10
D-78628 Rottweil
Germany

State of Nationality

DE

State of Residence

DE

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

3. Further observations, if necessary:

The person identified in Box 2 has been added as applicant and inventor for US only.

4. A copy of this notification has been sent to:



the receiving Office



the International Searching Authority



the International Preliminary Examining Authority



the designated Offices concerned



the elected Offices concerned



other:

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Christine Carrié

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts P61.12PCT217	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 99/ 05282	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 23/07/1999
	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 05/10/1998
Anmelder PAPST-MOTOREN GMBH & CO KG et al.	

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

☐ keine der Abb.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 H02P6/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 H02P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 743 815 A (GEE ET AL.) 10. Mai 1988 (1988-05-10) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 49 -Spalte 2, Zeile 3 Spalte 4, Zeile 49 -Spalte 5, Zeile 2 Spalte 6, Zeile 60 -Spalte 7, Zeile 9 Spalte 7, Zeile 36 -Spalte 9, Zeile 62; Abbildungen 3,6,7 ---	1-5,7, 22,26,27
A	DE 197 00 479 A (PAPST-MOTOREN GMBH & CO KG) 17. Juli 1997 (1997-07-17) in der Anmeldung erwähnt	1-5, 10-13,22
X	Spalte 17, Zeile 59 -Spalte 22, Zeile 3; Abbildungen 1,3,5-7,9,13-15 --- -/--	25-27,29

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. November 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

26/11/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Beitner, M

THIS PAGE BLANK (USPTO)

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 285 135 A (CAROBOLANTE ET AL.) 8. Februar 1994 (1994-02-08)	1,10,22
X	Zusammenfassung Spalte 4, Zeile 1 -Spalte 5, Zeile 3; Abbildungen 1,2 ---	26,27,29
A	US 5 717 297 A (KARWATH ET AL.) 10. Februar 1998 (1998-02-10) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 44 -Spalte 3, Zeile 49 Spalte 5, Zeile 64 -Spalte 7, Zeile 32; Abbildungen 1,2A,2B ---	1,10,17
A	GB 2 305 314 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 2. April 1997 (1997-04-02) Zusammenfassung Seite 8, Zeile 7 -Seite 9, Zeile 6 Seite 25, Zeile 3 -Seite 35, Zeile 8; Abbildungen 1-6,25A-E ---	1,10,22, 26
A	US 5 334 917 A (LIND) 2. August 1994 (1994-08-02) Zusammenfassung Spalte 5, Zeile 61 -Spalte 10, Zeile 29; Abbildungen 3,9,10 -----	1,10,22, 26

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/05282

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4743815 A	10-05-1988	NONE	
DE 19700479 A	17-07-1997	AU 1374097 A WO 9725768 A	01-08-1997 17-07-1997
US 5285135 A	08-02-1994	DE 69319818 D DE 69319818 T EP 0589630 A JP 6217588 A US 5428276 A	27-08-1998 03-12-1998 30-03-1994 05-08-1994 27-06-1995
US 5717297 A	10-02-1998	DE 4132881 A US 5583404 A	29-07-1993 10-12-1996
GB 2305314 A	02-04-1997	JP 6165569 A JP 7067380 A GB 2272808 A, B KR 140362 B US 5486743 A	10-06-1994 10-03-1995 25-05-1994 17-08-1998 23-01-1996
US 5334917 A	02-08-1994	EP 0466673 A JP 5176587 A SE 9002420 A	15-01-1992 13-07-1993 13-01-1992

THIS PAGE BLANK (USPTO)

17 4

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

REC'D 11 JAN 2001

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT PCT



(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts P61.12PCT217	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/05282	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 23/07/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 05/10/1998
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H02P6/14		
Anmelder PAPST-MOTOREN GMBH & CO KG et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
☐ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).
Diese Anlagen umfassen insgesamt Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☒ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☐ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 08/02/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 08.01.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Hascher, T Tel. Nr. +49 89 2399 2690 

THIS PAGE BLANK (USPTO)

I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):
Beschreibung, Seiten:

1-34 ursprüngliche Fassung

Patentansprüche, Nr.:

1-29 ursprüngliche Fassung

Zeichnungen, Blätter:

1/24-24/24 ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/05282

- ☐ Beschreibung, Seiten:
☐ Ansprüche, Nr.:
☐ Zeichnungen, Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

III. Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit

1. Folgende Teile der Anmeldung wurden nicht daraufhin geprüft, ob die beanspruchte Erfindung als neu, auf erfinderischer Tätigkeit beruhend (nicht offensichtlich) und gewerblich anwendbar anzusehen ist:

- ☒ die gesamte internationale Anmeldung.
☐ Ansprüche Nr. .

Begründung:

- ☐ Die gesamte internationale Anmeldung, bzw. die obengenannten Ansprüche Nr. beziehen sich auf den nachstehenden Gegenstand, für den keine internationale vorläufige Prüfung durchgeführt werden braucht (*genaue Angaben*):
- ☒ Die Beschreibung, die Ansprüche oder die Zeichnungen (*machen Sie hierzu nachstehend genaue Angaben*) oder die obengenannten Ansprüche Nr. sind so unklar, daß kein sinnvolles Gutachten erstellt werden konnte (*genaue Angaben*):
siehe Beiblatt
- ☐ Die Ansprüche bzw. die obengenannten Ansprüche Nr. sind so unzureichend durch die Beschreibung gestützt, daß kein sinnvolles Gutachten erstellt werden konnte.
- ☐ Für die obengenannten Ansprüche Nr. wurde kein internationaler Recherchenbericht erstellt.
2. Eine sinnvolle internationale vorläufige Prüfung kann nicht durchgeführt werden, weil das Protokoll der Nukleotid- und/oder Aminosäuresequenzen nicht dem in Anlage C der Verwaltungsvorschriften vorgeschriebenen Standard entspricht:
- ☐ Die schriftliche Form wurde nicht eingereicht bzw. entspricht nicht dem Standard.
- ☐ Die computerlesbare Form wurde nicht eingereicht bzw. entspricht nicht dem Standard.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit

1. Die Ansprüche 1, 10, 22, 25, 26 wurden zwar als getrennte, unabhängige Ansprüche abgefaßt, sie scheinen sich aber tatsächlich auf ein und denselben Gegenstand zu beziehen und unterscheiden sich voneinander offensichtlich nur durch voneinander abweichende Definitionen des Gegenstandes, für den Schutz begehrt wird bzw nur durch die für die Merkmale dieses Gegenstandes verwendete Terminologie. Somit sind die Ansprüche nicht knapp gefaßt. Ferner mangelt es den Ansprüchen insgesamt an Klarheit, da es aufgrund der Vielzahl unabhängiger Ansprüche schwierig, wenn nicht unmöglich ist, den Gegenstand des Schutzbegehrens zu ermitteln, und damit Dritten die Feststellung des Schutzzumfangs in unzumutbarer Weise erschwert wird.

Aus diesem Grund erfüllen die Ansprüche 1, 10, 22, 25, 26 nicht die Erfordernisse des Artikels 6 PCT.

2. Das Erfordernis der prägnanten Formulierung der Patentansprüche gilt sowohl für die Patentsansprüche als ganzes als auch für einzelne Patentansprüche. Die Anzahl der Patentansprüche hat sich bei Berücksichtigung der Art der Erfindung, für die der Anmelder Schutz begehrt, in vertretbaren Grenzen zu halten.

Wenn sich die Erfindung auf eine Verbesserung bei zwei gesonderten, jedoch miteinander in Wechselbeziehung stehenden Artikeln bezieht, die getrennt verkauft werden können, aber jeder für sich eine Ausführung des gleichen erfinderischen Gedankens betrifft, wie beispielsweise ein elektrischer Stecker und eine Steckdose oder ein Sender und ein Empfänger.

Bei der vorliegenden Anmeldung ist dies nicht der Fall. Der Gegenstand der Ansprüche 1, 22 und 26 ist ein Elektronisch kommutierter Motor, mit einem Stator, einem Rotor, und mit einem zur Steuerung der Kommutierung des Motors dienenden programmgesteuerten Mikroprozessor.

Mit Rücksicht auf den Gegenstand der Ansprüche 1, 22 und 26 ist es nicht gerechtfertigt, daß die Anmeldung drei unabhängige Ansprüche der gleichen Kategorie enthält.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Das gleiche gilt für die unabhängigen Ansprüche 10 und 25, die unter die Kategorie eines Verfahrens fallen.

Unter Berücksichtigung der Art der beanspruchten Erfindung, scheint es also zweckmäßig, den Gegenstand der Anmeldung mit einem einzigen unabhängigen Anspruch jeder Kategorie zu beschreiben, wobei abhängige Ansprüche, fakultative Merkmale abdecken (Regel 6.4 PCT).

THIS PAGE RI ANK (USPTO)

091806819

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Translation

10
RECEIVED
AUG 31 2001
TECHNOLOGY CENTER 2800

Applicant's or agent's file reference P61.12PCT217	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP99/05282	International filing date (day/month/year) 23 July 1999 (23.07.99)	Priority date (day/month/year) 05 October 1998 (05.10.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H02P 6/14		
Applicant PAPST-MOTOREN GMBH & CO. KG		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of sheets.

RECEIVED

3. This report contains indications relating to the following items:

DEC 13 2001

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☒ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☐ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 08 February 2000 (08.02.00)	Date of completion of this report 08 January 2001 (08.01.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP99/05282

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (*Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.*):

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1-34, as originally filed,
 pages _____, filed with the demand,
 pages _____, filed with the letter of _____,
 pages _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the claims, Nos. 1-29, as originally filed,
 Nos. _____, as amended under Article 19,
 Nos. _____, filed with the demand,
 Nos. _____, filed with the letter of _____,
 Nos. _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/24-24/24, as originally filed,
 sheets/fig _____, filed with the demand,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP99/05282

III. Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability

The questions whether the claimed invention appears to be novel, to involve an inventive step (to be non obvious), or to be industrially applicable have not been examined in respect of:

☒ the entire international application.

☐ claims Nos. _____

because:

☐ the said international application, or the said claims Nos. _____
relate to the following subject matter which does not require an international preliminary examination (*specify*):

☒ the description, claims or drawings (*indicate particular elements below*) or said claims Nos. _____
are so unclear that no meaningful opinion could be formed (*specify*):

See separate sheet

☐ the claims, or said claims Nos. _____ are so inadequately supported
by the description that no meaningful opinion could be formed.

☐ no international search report has been established for said claims Nos. _____

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: III.1

1. Claims 1, 10, 22, 25 and 26 have been drafted as separate, independent claims. However, they seem to relate to the same subject matter, the only apparent difference being in the definition of the subject matter for which protection is sought or in the terminology used for the features of this subject matter. The claims are therefore not concise. Further, the claims display an overall lack of clarity because the large number of independent claims makes it hard, if not impossible, to identify the subject matter for which protection is sought, and it is therefore unreasonably difficult for a third party to determine the scope of protection.

For this reason Claims 1, 10, 22, 25 and 26 fail to meet the requirements of PCT Article 6.

2. The requirement for concise wording of the claims applies equally to the claims as a whole and to individual claims. The number of claims should be kept within acceptable limits in relation to the type of invention for which protection is sought.

If the invention relates to an improvement of two separate, but mutually related articles, which may be sold separately, but each of which in itself pertains to an embodiment of the same inventive concept, for example, an electrical plug and a socket or a transmitter and a receiver, it would not be appropriate to formulate the subject of the

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: III.1

invention in a single independent claim.

This is not the case in the present invention. The subject matter of Claims 1, 22 and 26 is an electronically commutated motor with a stator and a rotor and a program-controlled microprocessor to control commutation of the motor.

In light of the subject matter of Claims 1, 22 and 26, the inclusion of three independent claims of the same category in the application is not justified.

The same applies to independent Claims 10 and 25, which represent process claims.

In view of the type of invention claimed, it therefore seems useful to describe the subject matter of the application using a single independent claim of each category, optional features being covered by dependent claims (PCT Rule 6.4).

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7 : H02P 6/14	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/21189
		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 13. April 2000 (13.04.00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/05282

(22) Internationales Anmeld-datum: 23. Juli 1999 (23.07.99)

(30) Prioritätsdaten:
198 45 626.3

05 April 2000
5. Oktober 1998 (05.10.98) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):
PAPST-MOTOREN GMBH & CO. KG [DE/DE];
Hermann-Papst-Strasse 1, D-78112 St. Georgen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DUFNER, Thomas
[DE/DE]; Konrad-Adenauer-Strasse 17, D-78136
Schonach (DE); HORNBERGER, Jörg [DE/DE]; Nottental
1, D-72280 Dornstetten (DE); LESKE, Frank [DE/DE];
Friedrich-Ebert-Strasse 13, D-78112 St. Georgen (DE);
RAPPENECKER, Hermann [DE/DE]; Krankenhausstrasse
26, D-78147 Vöhrnbach (DE).

(74) Anwalt: RAIBLE, Hans; Schoderstrasse 10, D-70192 Stuttgart
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI,
SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW,
ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG,
ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK,
ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI
Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: ELECTRONICALLY COMMUTATED MOTOR

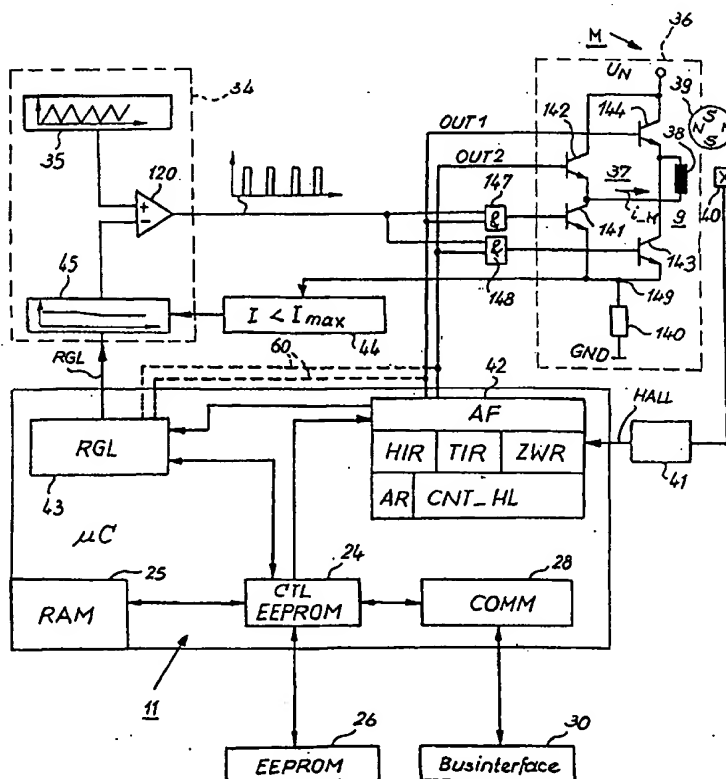
(54) Bezeichnung: ELEKTRONISCH KOMMUTIERTER MOTOR

(57) Abstract

The invention relates to an electronically commutated motor (M) which has a galvanomagnetic rotor position sensor (40) for generating rotor position signals. A timer (CNT_HL) serves to achieve a premature commutation which occurs once the motor reaches a determined speed. The amount of commutation is a function of the motor speed.

(57) Zusammenfassung

Bei einem elektronisch kommutierten Motor (M) werden mittels eines galvanomagnetischen Rotorstellungssensors (40) Rotorstellungssignale erzeugt. Hierbei wird über einen Timer (CNT_HL) eine verfrühte Kommutierung verwirklicht, welche erst ab einer bestimmten Drehzahl des Motors auftritt und deren Größe eine Funktion der Drehzahl ist.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Elektronisch kommutierter Motor

Die Erfindung betrifft einen elektronisch kommutierten Motor, und insbesondere einen elektronisch kommutierten Motor mit einem "Vorzündwinkel". Hierunter versteht man, daß die Kommutierung auf einen früheren Zeitpunkt verschoben wird, meist abhängig von der Drehzahl. Selbstverständlich wird bei einem Elektromotor nichts "gezündet", aber wegen seiner Anschaulichkeit verwendet man in der Praxis gerne diesen (aus der Automobiltechnik entlehnten) Begriff und spricht deshalb von einer "Zündwinkelverschiebung". Dieser Begriff wird deshalb nachfolgend verwendet, auch wenn er wissenschaftlich nicht völlig korrekt ist.

Zum Stand der Technik

Elektronisch kommutierte Motoren mit Vorzündwinkel sind z.B. aus DE-A, 197 00 479.2 (intern: D201i) bekannt. Hierbei ist die Genauigkeit der Kommutierung für manche Fälle nicht ausreichend groß, und das Programm muß nach einem festgelegten Zeitschema ablaufen, was aufwendig ist und die Rechenleistung eines Prozessors in manchen Fällen nur unzureichend ausnutzt. Auch können die Kommutierungsvorgänge zeitlich etwas schwanken, was die Geräusche eines solchen Motors erhöht.

Es ist deshalb eine Aufgabe der Erfindung, einen neuen elektronisch kommutierten Motor, und ein Verfahren zum Betreiben eines solchen Motors, bereitzustellen.

Nach einem ersten Aspekt der Erfindung wird diese Aufgabe gelöst durch einen elektronisch kommutierten Motor gemäß dem Patentanspruch 1. Ein solcher Motor arbeitet besonders bei höheren Drehzahlen mit einem besseren Wirkungsgrad, weil die Kommutierung mit zunehmender Drehzahl immer mehr nach früh verschoben werden kann. Durch die Verwendung einer Interruptroutine ergibt sich eine zeitlich präzise Steuerung des Kommutierungsvorgangs und damit ein ruhiger Lauf des Motors.

Eine andere Lösung der gestellten Aufgabe ergibt sich durch ein erfindungsgemäßes Verfahren gemäß dem Patentanspruch 11. Dadurch, daß anschließend an den Ablauf der ersten Zeit noch eine zweite Zeit gemessen wird, erhält man in sehr einfacher Weise durch Addition dieser beiden Zeiten, und ggf. eines Korrekturfaktors, eine zur Drehzahl des Motors im wesentlichen umgekehrt proportionale Zeitgröße, welche bei einem nachfolgenden Kommutierungsvorgang als aktualisierte Zeitgröße zur Berechnung eines neuen Zahlenwerts für die erste Zeit dienen kann.

Dabei wird gemäß Patentanspruch 17 diese Zeitgröße bevorzugt für einen Kommutierungsvorgang verwendet, der eine Rotorumdrehung später als die Messung der ersten und der zweiten Zeit liegt, weil sich dann ein besonders ruhiger Lauf des Motors ergibt. Wenn z.B. die Zeitgröße im Drehwinkelbereich 0° bis 180° el. gemessen wird, kann sie eine Umdrehung später die Basis für die Steuerung einer Kommutierung sein, die dort etwa im gleichen Winkelbereich 0° bis 180° el. stattfindet.

Auch wird in besonders bevorzugter Weise mindestens ein nicht zeitkritischer Verfahrensschritt als Unteroutine ausgebildet, welche im Programmablauf dann aufgerufen wird, wenn hierfür Prozessorzeit verfügbar ist. Dies ermöglicht es, im Gegensatz zu einem Programm mit festem Zeitschema, die Ressourcen eines Prozessors optimal zu nutzen, da bei dieser Verfahrensweise die Unteroutine dann abgearbeitet wird, wenn der Prozessor sonst gerade nichts zu tun hat.

Weitere Einzelheiten und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den im folgenden beschriebenen und in den Zeichnungen dargestellten, in keiner Weise als Einschränkung der Erfindung zu verstehenden Ausführungsbeispielen, sowie aus den übrigen Unteransprüchen. Es zeigt:

Fig. 1 eine beispielhafte Übersichtsdarstellung einer Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 2 die Pinbelegung des μC COP842CJ,

Fig. 3 ein Schaltbild, welches die Bauteile für die Verarbeitung des Hallsignals zeigt,

Fig. 4 eine Darstellung des Hallsignals und einer Kommutierung ohne Zündwinkelverschiebung,

Fig. 5 eine schematische Darstellung zur Erläuterung der Berechnung eines (verfrühten) Kommutierungszeitpunkts T_N aus Werten, die aus einem Signal HALL abgeleitet werden,

Fig. 6A und 6B

eine Darstellung der Berechnung der Hall-Länge, wenn kein Timer-Interrupt

vorliegt,

Fig. 7A und 7B

eine Darstellung der Berechnung der Hall-Länge bei Vorliegen eines Timer-Interrupts,

Fig. 8A und 8B

ein Flußdiagramm einer Hall-Interruptroutine mit Zündwinkelverschiebung,

Fig. 9 ein Flußdiagramm einer Zündwinkelberechnungsroutine,

Fig. 10 ein Flußdiagramm einer Timer-Interruptroutine mit Zündwinkelberechnung

Fig. 11 eine Darstellung des Hallsignals beim Hochlauf eines Motors,

Fig. 12A und 12B

eine Darstellung des Hallsignals und der zugehörigen Variablen der Antriebsfunktion,

Fig. 13 ein Schaltbild mit Teilen, die für die Regelung und den Antrieb des elektronisch kommutierten Motors wichtig sind,

Fig. 14 ein Schaltbild mit für die Ansteuerung eines EEPROMs und die Datenverbindung über einen Bus 30 wichtigen Teilen,

Fig. 15 eine Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform eines Funktionsmanagers,

Fig. 16 ein in dem Funktionsmanager verwendetes Funktionsregister,

Fig. 17 eine schematische Darstellung des Permanentmagneten eines vierpoligen Außenrotors,

Fig. 18A und 18B

Schaubilder zur Erläuterung der Wirkung von Magnetisierungsfehlern des Außenrotors der Fig. 17,

Fig. 19 ein Flußdiagramm zur Zündwinkelberechnung, analog Fig. 9, aber in einer bevorzugten, modifizierten Form,

Fig. 20 ein Flußdiagramm einer Hall-Interruptroutine für eine Kommutierung, wie sie in Fig. 4 dargestellt ist,

Fig. 21 eine schematische Darstellung des Ablaufs der Kommutierung für den Fall, daß die Kommutierungszeitpunkte elektronisch nach früh verschoben werden,

Fig. 22 den zeitlichen Verlauf des Signals HALL und des Stromes i_M in einer Motorwicklung ohne eine Verschiebung des Kommutierungszeitpunkts in Richtung früh, und

Fig. 23 den zeitlichen Verlauf des Signals HALL und des Stromes i_M in einer Motorwicklung bei einer Verschiebung des Kommutierungszeitpunkts in Richtung früh.

Übersicht elektronisch kommutierter Motor (ECM)

Fig. 1 zeigt eine Übersicht über ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen elektronisch kommutierten Motors (ECM). Dieser wird gesteuert mittels eines Mikrocontrollers (μC) 11, oder alternativ eines Mikroprozessors. Die Anschlüsse des beim Ausführungsbeispiel verwendeten μC 11 (COP842CJ) sind in Fig. 2 beispielhaft dargestellt.

Das in dem μC 11 ablaufende Programm ist mit Hilfe eines Funktionsmanagers strukturiert, welcher nachfolgend anhand von Fig. 15 und 16 beschrieben wird.

Der μC 11 hat über die Funktion "CTL EEPROM" 24 Zugriff auf einen nichtflüchtigen Speicher, hier ein EEPROM 26, von dem er Betriebsparameter in ein RAM 25 laden kann. Auch kann er Betriebsparameter im RAM 25 und im EEPROM 26 speichern. Der μC 11 kann über eine Kommunikationsfunktion COMM 28 und ein Businterface 30 Daten empfangen und senden. Die empfangenen Daten kann er zur Motorsteuerung verwenden oder im RAM 25 oder EEPROM 26 speichern. Das EEPROM 26 und das Businterface 30 sind bei Fig. 14 beschrieben.

Als einfaches Beispiel ist in Fig. 1 ein elektronisch kommutierter Motor M mit einer einzigen Phase 38 dargestellt. Ein solcher Motor ist z.B. in der DE 2 346 380 C dargestellt. Die Bestromung dieser Phase 38 geschieht durch eine Transistorendstufe 36. Die Ausgänge OUT1 und OUT2 des μ C 11 steuern die als H-Brücke 37 geschalteten npn-Transistoren 141, 142, 143 und 144. Je nachdem, ob OUT1 auf HIGH und OUT2 auf LOW gesetzt sind, oder umgekehrt, verläuft der Strom durch die Statorwicklung 38 in die eine oder die andere Richtung. Selbstverständlich eignet sich die Erfindung in gleicher Weise für jede Art von elektronisch kommutiertem Motor, z.B. für dreiphasige Motoren und andere. Es handelt sich also nur um ein Ausführungsbeispiel.

Die Kommutierung erfolgt elektronisch. Hierzu wird die Stellung des permanentmagnetischen Rotors 39 über einen Hallsensor 40 erfaßt, über eine elektronische Hall-Schaltung 41, welche in Fig. 3 näher beschrieben wird, zu einem Signal HALL aufbereitet und an eine Antriebsfunktion AF 42 weitergeleitet, welche eine Hall-Interruptroutine HIR (Fig. 8), eine Timer-Interruptroutine TIR (Fig. 10), eine Zündwinkelberechnungsroutine ZWR (Fig. 9), und einen Timer CNT_HL aufweist. Der Timer CNT_HL ist beim Ausführungsbeispiel Bestandteil des verwendeten μ C 11, könnte aber auch ein separates Bauteil sein. Er dient dazu, Zeiten mit hoher Präzision zu messen und ist durch Befehle des μ C 11 steuerbar.

Die Antriebsfunktion 42 sorgt für die richtige Kommutierung der Transistorendstufe 36 und den sicheren Betrieb, z.B. bei Überlastung der Transistorendstufe 36. Eine Kommutierung ohne Zündwinkelverschiebung wird bei Fig. 4 beschrieben. Die Kommutierung mit Zündwinkelverschiebung wird bei den Fig. 6 bis 12B beschrieben und ist in Fig. 21 dargestellt.

Ein Drehzahlregler RGL 43 regelt beim Ausführungsbeispiel die Motordrehzahl. (Selbstverständlich kann der Motor M auch ohne Drehzahlregler 43 betrieben werden.) Die Drehzahlregelung kann z.B. mittels eines Pulsweitenmodulation-Generators (PWM-Generators) 34 oder über eine Blocksteuerung geschehen, die bei 60 mit gestrichelten Linien schematisch angedeutet ist. Zur Blocksteuerung wird beispielhaft auf DE 444 1 372.6 (intern: D183i) verwiesen, die ein Beispiel einer solchen Blocksteuerung zeigt.

Der PWM-Generator 34 weist einen Dreiecksgenerator 35, eine Regelspannungserzeugung 45 und einen Komparator 120 auf und ist bei Fig. 13 näher erläutert. Die Erfindung kann selbstverständlich auch bei einem ECM ohne Drehzahlregelung verwendet werden.

Eine Strombegrenzung " $I < I_{\max}$ " 44 vermindert die Bestromung der Endstufe 36, falls der Strom in der einzigen Phase 38 zu hoch wird, z.B. beim Start des Motors. Die Strombegrenzung 44 wird bei Fig. 13 näher beschrieben.

Am Ende der Beschreibung sind für die in den einzelnen Figuren des Ausführungsbeispiels verwendeten elektronischen Bauteile bevorzugte Werte angegeben. Der Leser wird hierauf verwiesen.

Fig. 2 zeigt die Pinbelegung des beim Ausführungsbeispiel verwendeten Mikrokontrollers (μC) 11 vom Typ COP842CJ der Firma National Semiconductors. Die Beschriftung innerhalb des μC 11 entspricht der Beschriftung des Herstellers, die äußere Beschriftung der jeweiligen Leitungen zeigt die hauptsächlich in der Anmeldung verwendeten Bezeichnungen. Zur Kennzeichnung der Lage ist links oben ein schwarzer Viertelkreis eingezeichnet, der sich in den folgenden Figuren wiederfindet.

Fig. 3 zeigt ein detailliertes Schaltbild der Bauteile für die Hall-Schaltung 41, welche das Signal des Hall-Sensors 40 aufbereitet, die Beschaltung der Takteingänge CK0 und CK1 und die Beschaltung des Reseteingangs RES. Die übrigen Bauteile sind in Fig. 3 nicht dargestellt.

Ein Schwingquarz 97, der an die Anschlüsse CK0 und CK1 (vgl. Fig. 3) des μC 11 angeschlossen ist, gibt dessen Taktfrequenz vor, z.B. 10 MHz. Der Reseteingang Res (Fig. 3) ist über einen Kondensator 99 mit Masse 100 und über einen Widerstand 101 mit $+V_{cc}$ verbunden. Diese beiden Bauelemente erzeugen in der üblichen Weise beim Einschalten einen Power-Up-Reset.

Der Hallgenerator 40 ist zur Stromversorgung über einen Widerstand 106 mit $+V_{cc}$, und mit Masse 100, verbunden. Sein Ausgangssignal u_H wird den beiden Eingängen eines Komparators 108 zugeführt, dessen V_{cc} -Eingang ein Siebkondensator 110 zugeordnet ist. Der Ausgang des Komparators 108 ist über einen Rückführwiderstand

112 mit dem positiven Eingang des Komparators 108 und über einen sogenannten Pullup-Widerstand 114 mit +Vcc verbunden. Weiterhin ist der Ausgang des Komparators 108 direkt mit dem Port Hall (Fig. 3) des μC 11 verbunden, so daß man an diesem ein vom Rotormagneten 39 (Fig. 2) gesteuertes, rechteckförmiges Signal HALL erhält.

Das Signal des Hall-Sensors 40, und die Kommutierung

Fig. 4 zeigt ein Diagramm mit dem Signal HALL (Fig. 3) und der zugehörigen Kommutierung für den Fall, daß keine "Zündwinkelverschiebung" verwendet wird, d.h. daß die Kommutierung direkt durch das Signal HALL gesteuert wird.

Das Signal HALL hat - in seiner idealisierten Form - während einer Rotordrehung von 180° el. den Wert $\text{HALL} = 0$, und während der anschließenden Drehung von 180° el. den Wert $\text{HALL} = 1$. Jede Änderung von $\text{HALL} = 1$ zu $\text{HALL} = 0$, oder umgekehrt, bewirkt einen Interruptvorgang im μC 11, welcher in Fig. 4 in der Reihe HALL-INT mit einem Y bezeichnet ist.

Die Zeit zwischen zwei Hallwechseln, z.B. zwischen den Zeitpunkten t_O und t_E , wird nachfolgend Hall-Länge HL oder auch Hallzeit t_H genannt und ist in Fig. 4 als Ist-Hall-Länge HL eingezeichnet. Die Hall-Länge ist ein Maß für die Drehzahl des Motors. Je kleiner sie ist, desto größer ist die Drehzahl des Rotors 39 (Fig. 1). (Ein Istwert ist der aktuelle Wert, der am Motor gemessen wird.)

Die Bestromung der Statorwicklungen wird bei diesem Beispiel durch die Ausgangssignale OUT1 und OUT2 des μC 11 (Fig. 1 und 2) gesteuert, welche in Fig. 4 beispielhaft für den Betrieb bei niederen Drehzahlen angegeben sind und in Fig. 21 beschrieben werden.

Ist OUT1 auf 1 (HIGH) und OUT2 auf 0 (LOW), so fließt der Strom (Fig. 1) von der Plusspannung U_N über den Transistor 144, die Statorwicklung 38, den Transistor 141 und den Meßwiderstand 140 nach Masse.

Ist dagegen OUT1 auf 0 und OUT2 auf 1, so fließt der Strom (Fig. 1) von der Plusspannung U_N über den Transistor 142, in umgekehrter Richtung durch die Statorwicklung 38, über den Transistor 143 und den Meßwiderstand 140 nach Masse. Die Statorwicklung 38 wird dann umgekehrt bestromt.

Wenn keine Zündwinkelverschiebung vorgenommen wird, werden dort, wo sich das Signal HALL ändert, also bei den Hall-Interrupts Y, beide Werte OUT1 und OUT2 durch den μC 11 kurzzeitig zu Null gemacht, z.B. während 50 μs , um alle vier Transistoren 141 bis 144 kurzzeitig zu sperren und einen Kurzschluß in der Brücke 37 zu vermeiden. Dies ist in Fig. 4 dargestellt.

Eine einfache Hall-Interruptroutine für die Kommutierung gemäß Fig. 4 wird nachfolgend bei Fig. 20 beschrieben.

Zusammenhang zwischen Drehzahl und Hall-Länge

Die Hall-Länge HL ist in Fig. 4 dargestellt. Ihr Zusammenhang mit der Drehzahl n wird im folgenden aufgezeigt. Dieser Zusammenhang ist eine Funktion der Polzahl P des Rotors 39.

Mißt man die Hall-Länge HL' in Sekunden, so gilt

$$\text{HL}' = T/P \quad \dots(1)$$

Hierbei bedeuten:

T = Dauer einer Rotorumdrehung in Sekunden

P = Polzahl des Rotors 39.

Mißt man die Drehzahl n in U/min, so gilt

$$\text{HL}' = 60/(n \times P) \quad \dots(2)$$

Hierbei bedeuten

n = Drehzahl in U/min

P = Polzahl des Rotors 39

Da die Hall-Länge HL beim Ausführungsbeispiel in μs vorliegt, HL' aber in Sekunden, wird HL' zu HL renormiert

$$\text{HL} = 1\,000\,000 \text{ HL}' \quad \dots(3)$$

Für P = 4, also einen vierpoligen Rotor, ergibt sich

$$\text{HL} = 15\,000\,000/n \quad \dots(4)$$

Umgekehrt ist bei P = 4

$$n = 15\,000\,000/\text{HL} \quad \dots(5)$$

Hierbei bedeuten:

n = Drehzahl in U/min

HL = Hall-Länge in μs

Der Drehzahl $n = 2870 \text{ min}^{-1}$ entspricht z.B. bei einem vierpoligen Rotor eine Hall-

Länge HL von

$$HL = 15\,000\,000 / 2870 = 5226 \mu s.$$

Die prozessorinterne Hexadezimaldarstellung hierfür ist 0x146A. (Hexadezimalzahlen werden durch ein vorangestelltes 0x gekennzeichnet.)

Die Zündwinkelverschiebung

Beim Motor nach Fig. 1 ist der Rotorstellungssensor 40 in einer Pollücke des Stators angeordnet, also bei 0 ° el., und ein Wechsel des Signals HALL wird folglich erzeugt bei 0 ° el., 180 ° el., 360 ° el. etc., wie in Fig. 4 beispielhaft dargestellt. Für eine solche Anordnung des Hallgenerators wird beispielhaft verwiesen auf DE-A, 197 00 479.2 (intern: D201i), Fig. 1, Teil 25.

Bei schnellaufenden Motoren ist es jedoch zur Optimierung der Leistung und des Wirkungsgrads notwendig, die Kommutierung des Stroms in der Statorwicklung 38 vor dem Wechsel des Hallsignals durchzuführen, also in Fig. 4 zeitlich vor t_0 , ebenso zeitlich vor t_E . Man kann das als Vorzündung oder Frühzündung bezeichnen. Hierzu wäre es möglich, den Rotorstellungssensor 40 relativ zum Stator des Motors 39 zu verschieben. Da der Motor aber meist in beiden Richtungen laufen soll, und der Vorzündwinkel bei beiden Drehrichtungen mit zunehmender Drehzahl zunehmen soll, ist dies nicht praktikabel.

Die Zündwinkelverschiebung wird deshalb elektronisch gesteuert. Hierzu wird der bereits beschriebene 16 Bit-Timer CNT_HL (Fig. 1) verwendet. Der Timer CNT_HL wird bei jedem Hall-Interrupt Y mit einem (zuvor berechneten) Anfangswert t_{TI} geladen und anschließend heruntergezählt, bis er den Wert 0 erreicht. Beim Erreichen der Null löst der Timer CNT_HL im μC 11 einen sogenannten Timer-Interrupt aus, und der Timer wird automatisch mit dem Inhalt t_{AR} eines sogenannten Autoreload-Registers AR (ebenfalls im μC 11) nachgeladen und erneut gestartet, vgl. S302 in Fig. 10.

Bei einem Hall-Interrupt Y wird der Timer CNT_HL nun so eingestellt, daß er zu dem Zeitpunkt die Null erreicht und dadurch einen Interrupt auslöst, zu dem die Kommutierung stattfinden soll. Dieser Timer-Interrupt wird in Fig. 5 mit T_N , T_{N+1} etc. bezeichnet, und ein Hall-Interrupt mit H_N , H_{N+1} etc.

Die Arbeitsweise des Timers ist durch den verwendeten μC vorgegeben, der diesen

Timer enthält. Dabei ist ggf. die Möglichkeit gegeben, den Timer über ein Register des μC zu konfigurieren. Mögliche Konfigurationen betreffen z.B. das Auslösen eines Interrupts beim Erreichen der 0, oder automatisches Wiederaufladen des Timers bei Erreichen der 0.

Zusätzlich wird hier der Timer CNT_HL in sehr vorteilhafter Weise für die Messung der Hall-Länge HL (Fig. 4) verwendet, die in Fig. 5 mit t_{HN} bezeichnet ist.

Fig. 5 zeigt die Berechnung des Timerstartwerts t_{TI} . Dargestellt sind das Signal HALL, das an dem Eingang Hall (Fig. 2) des μC 11 anliegt, die Hall-Interrupts H_{N-1} , H_N etc., die Timer-Interrupts T_{N-1} , T_N etc. und die Hall-Längen $t_{\text{HN-1}}$, t_{HN} etc., welche beim Ausführungsbeispiel die Zeit angeben, die der vierpolige Rotor 39 für eine Viertels-Umdrehung benötigt, also für 180° el..

Die Begriffe Hall-Länge HL und Hallzeit t_{H} werden im folgenden synonym verwendet. Eine Hallzeit $t_{\text{HN+1}}$ beginnt jeweils nach und exklusive einem Hall-Interrupt H_N und endet mit und inklusive dem folgenden Hall-Interrupt H_{N+1} . Die Hall- und Timer-Interrupts werden nach der Hallzeit, in der sie stattfinden, numeriert. Zur Hallzeit t_{HN} gehört also der Timer-Interrupt T_N und - am Ende dieser Zeit - der Hall-Interrupt H_N .

Unter dem Signal HALL sind in Fig. 5 die Werte des Timers CNT_HL eingetragen. Zwischen den jeweiligen Werten zählt der Timer CNT_HL herunter, z.B. im Zeitraum 310 von t_{TI} auf 0, und im Zeitraum 312 von t_{TI} auf t_{E} .

Der Timerstartwert t_{TI} für die Hallzeit $t_{\text{HN+2}}$ wird bei diesem Beispiel aus der Hall-Länge t_{HN} berechnet. Hierzu wird, wie bei 300 symbolisch angegeben, während der Hallzeit $t_{\text{HN+1}}$ ein Wert t_{TI} berechnet nach der Beziehung

$$t_{\text{TI}} := t_{\text{HN}} - t_{\text{ZW}} \quad \dots(6)$$

d.h. von der Hall-Länge t_{HN} wird eine (hier konstante) Zündwinkelzeit t_{ZW} abgezogen. Analog wird t_{TI} für die Hallzeit $t_{\text{HN+3}}$ aus der Hall-Länge $t_{\text{HN+1}}$ berechnet, wie bei 301 symbolisch angegeben, usw.

Auf diese Weise wird also zu den Zeitpunkten T_N , T_{N+1} , T_{N+2} etc kommutiert. T_N liegt etwa um die Zeit t_{ZW} früher als H_N , d.h. die Kommutierung wird nach früh

verschoben. Analog liegt T_{N+1} früher als H_{N+1} , etc. Die Zeitpunkte T_N , T_{N+1} etc sind durch einen nach oben ragenden Pfeil angedeutet.

Nachfolgend wird anhand der Fig. 17 bis 19 beschrieben, wie bei einem vierpoligen Rotor 39 in sehr vorteilhafter Weise z.B. der Kommutierungszeitpunkt T_{N+4} durch die zeitlich vorhergehende Hall-Länge t_{HN} bestimmt werden kann, was einen besonders ruhigen Lauf des Motors ergibt. Diese Variante ist in Fig. 5 mit 304 bezeichnet und durch die strichpunktierten Linien 306, 308 symbolisiert. Bei einem sechspoligen Rotor würde analog der Kommutierungszeitpunkt T_{N+6} durch die Hall-Länge t_{HN} bestimmt werden.

Fig. 6 und Fig. 7 zeigen die beiden möglichen Fälle, die bei der Messung der Hall-Längen t_H mit dem Timer CNT_HL auftreten können.

Dargestellt sind das Signal HALL, das an dem Eingang Hall (Fig. 2) des μC 11 anliegt, die Hall-Interrupts H_N und H_{N+1} , ein Timer-Interrupt T_{N+1} (in Fig. 7), und an der Zeitachse stehen in Fig. 7A die Startwerte t_B und die Stoppwerte t_E des Timers CNT_HL, die bei der Berechnung der Hall-Länge $t_{H_{N+1}}$, die ja erst während der folgenden Hallzeit $t_{H_{N+2}}$ ausgeführt wird, zur Verfügung stehen. t_B entspricht dem (zuvor berechneten) Startwert t_{TI} des Timers CNT_HL beim Hall-Interrupt H_N und t_E dem Stoppwert des Timers CNT_HL beim Hall-Interrupt H_{N+1} .

Es können nun zwei Fälle auftreten.

Der erste Fall (Fig. 6) ist, daß der Motor so stark beschleunigt, daß der Hall-Interrupt H_{N+1} auftritt, bevor der Timer CNT_HL den Wert 0 erreicht. In diesem Fall wird in der durch den Hall-Interrupt H_{N+1} ausgelösten Hall-Interruptroutine der Stoppwert des Timers CNT_HL in t_E gespeichert (S202 in Fig. 8A), der Motor wird kommutiert, der Timer CNT_HL und das Autoreload-Register AR werden erneut mit einem aus der Hall-Länge $t_{H_{N-1}}$ berechneten Wert (Fig. 5) geladen, und der Timer CNT_HL wird erneut gestartet (S238 in Fig. 8B). Bei Fig. 6 tritt also während der Hallzeit $t_{H_{N+1}}$ kein Timer-Interrupt T_{N+1} auf.

Die Hall-Länge $t_{H_{N+1}}$ berechnet sich in diesem Fall nach der Beziehung

$$t_{H_{N+1}} := t_B - t_E + t_{CORR} \quad \dots(7)$$

t_{CORR} ist hierbei ein Korrekturwert, der in Fig. 9 bei S258 näher erläutert wird und in

Fig. 6B dargestellt ist.

Der zweite Fall (Fig. 7A) ist, daß der Timer CNT_HL vor dem Auftreten des Hall-Interrupts H_{N+1} die 0 erreicht. Beim Erreichen der Null wird ein Timer-Interrupt T_{N+1} ausgelöst, der in Fig. 10 dargestellt ist. Der Timer CNT_HL wird beim Timer-Interrupt T_{N+1} automatisch mit dem Wert t_{AR} aus dem Autoreload-Register AR (Fig. 1) nachgeladen und erneut gestartet, vgl. S302 in Fig. 10. t_B hat hier den gleichen Wert wie t_{TI} und entspricht damit auch t_{AR} .

Dies zeigt Fig. 7B. In der Zeitspanne ab einem Zeitpunkt kurz nach H_N bis T_{N+1} zählt der Timer CNT_HL von t_B auf 0 herunter und löst beim Wert 0 den Timer-Interrupt T_{N+1} aus. Am Anfang dieses Interrupts wird der Timer CNT_HL erneut mit t_B geladen, vgl. Fig. 10, S302, und zählt dann während der Zeit bis H_{N+1} erneut herunter, erreicht dabei aber nicht den Wert 0, sondern nur den Wert t_E . Beim Hall-Interrupt H_{N+1} wird der Timer CNT_HL erneut mit einem (zuvor berechneten) Wert t_B' geladen, und die ganze Prozedur wiederholt sich.

In der durch das Auftreten des Timer-Interrupts T_{N+1} aufgerufenen Timer-Interruptroutine wird, sofern die Zündwinkelverschiebung eingeschaltet ist, die Kommutierung durchgeführt, vgl. Fig. 10, S318, S320, S322, und ein Flag KD (Kommutierung Durchgeführt) wird auf 1 gesetzt, vgl. Fig. 10, S324.

Bei dem darauffolgenden Hall-Interrupt H_{N+1} wird der Timer CNT_HL erneut gestoppt und seine Endzeit t_E abgespeichert, vgl. Fig. 8A, S202. Die Hall-Länge $t_{H_{N+1}}$ (Fig. 7) wird aufgrund des gesetzten Flags KD (Fig. 9, S252) in den Schritten S254 und S258 von Fig. 9 folgendermaßen berechnet:

$$t_1 := t_B - t_E \quad \dots(8)$$

$$t_{H_{N+1}} := t_B + t_1 + t_{CORR} \quad \dots(9)$$

Hierbei ist t_1 die Zeit zwischen dem Timer-Interrupt T_{N+1} und dem Hall-Interrupt H_{N+1} , wie in Fig. 7 dargestellt. Für die Berechnung der Hall-Länge $t_{H_{N+1}}$ muß zu dem Wert t_1 der Wert t_B addiert werden, da der Timer CNT_HL zwischen dem Hall-Interrupt H_N und dem Timer-Interrupt T_{N+1} diesen Wert auf Null heruntergezählt hat. Außerdem wird ggf. ein Korrekturwert t_{CORR} addiert, der in Fig. 7B dargestellt ist, z.B. 40 μ s

beträgt und nachfolgend bei Fig. 9, S258, näher erläutert wird. Nach dem Hall-Interrupt H_{N+1} und einer Drehzahlberechnung (S274 in Fig. 9) muß das Flag KD wieder zurückgesetzt werden ($KD := 0$, vgl. S272 in Fig. 9).

Zahlenbeispiel zu Fig. 7

Bei H_N wird der Timer CNT_HL z.B. auf den (zuvor im Schritt 303 der Fig. 5 berechneten) Wert $t_{TI} = t_B = 9800$ gesetzt. t_B hat also bei der Berechnung den Wert 9800 μs . Bei T_{N+1} hat der Timer CNT_HL den Wert 0 erreicht, bewirkt einen Timer-Interrupt, und wird erneut mit 9800 geladen und gestartet (S302 in Fig. 10). Bei H_{N+1} hat der Zähler CNT_HL den Wert $t_E = 9640$ erreicht. Der Wert t_{CORR} soll 40 μs betragen. Dann ist nach den Gleichungen (8) und (9)

$$t_1 := 9800 - 9640 = 160 \mu s$$

$$t_{H_{N+1}} := 9800 + 160 + 40 = 10000 \mu s$$

Die Hall-Länge $t_{H_{N+1}}$ ist in diesem Beispiel also 10 000 μs lang, entsprechend einer Drehzahl (Gleichung 5; vierpoliger Rotor) von
 $n_i = 15\,000\,000 / t_{H_{N+1}} = 15\,000\,000 / 10\,000 = 1500 \text{ U/min.}$

Anschließend wird kurz nach H_{N+1} der Timer CNT_HL auf einen neuen Wert t_B' geladen, der dem (zuvor berechneten) Wert t_{TI}' entspricht, vgl. den Schritt 300 in Fig. 5.

Fig. 8A und 8B zeigen das Flußdiagramm einer beispielhaften Ausführungsform einer bevorzugten Hall-Interruptroutine, also einer rotorstellungsabhängigen Interruptroutine. Diese wird ausgelöst beim Erreichen von vorgegebenen Rotorstellungen und ist zuständig für die Bestimmung der Hall-Länge t_{H_N} und auch für die Kommutierung, sofern letztere nicht in der Timer-Interruptroutine durchgeführt worden ist. Alle nachfolgend beschriebenen Register bzw. Variablen sind beim Ausführungsbeispiel 16 Bit groß.

In S202 wird der Timer CNT_HL gestoppt und die Stoppzeit des Timers CNT_HL in t_E gespeichert.

In den folgenden Schritten S204-S208 wird im $\mu C 11$ die Flanke für den nächsten Hall-Interrupt eingestellt. Hierzu wird in S204 überprüft, ob $HALL = 1$ ist. Ist dies der

Fall, wird in S206 die Flanke, bei der der nächste Hall-Interrupt ausgelöst werden soll, auf eine fallende Flanke (HIGH -> LOW) gesetzt. Ansonsten wird in S208 die Flanke auf steigende Flanke (LOW -> HIGH) gesetzt.

In S210 wird nun anhand des Flags DE (Drehzahl Erreicht) zwischen zwei Fällen unterschieden:

- Ist $DE = 1$, so ist entweder kein Timer-Interrupt aufgetreten, oder ein Timer-Interrupt ist aufgetreten, und die Zündwinkelverschiebung war eingeschaltet. Beides sind, wie später weiter erläutert wird, Zeichen dafür, daß der Motor seine Drehzahl erreicht hat.
- Ist $DE = 0$, so war die Zündwinkelverschiebung ausgeschaltet ($SZW = 0$), und ein Timer-Interrupt ist aufgetreten. Dies ist, wie später erläutert wird, ein Zeichen dafür, daß die Minstdrehzahl n_{min} , ab der die Zündwinkelverschiebung eingeschaltet wird, noch nicht erreicht ist.

Für den Fall $DE = 0$ wird die Kommutierung durchgeführt und der Timer CNT_HL auf einen festen Wert t_{max} (maximale Hall-Länge) gesetzt, der der Minstdrehzahl n_{min} entspricht. Ist z.B. die Minstdrehzahl 300 U/min, so beträgt nach Gleichung (4)

$$t_{max} = 15\,000\,000/300 = 50\,000\,\mu s$$

Hierzu werden in S212 OUT1 und OUT2 auf 0 gesetzt.

In S214 werden das Autoreload-Register AR und der Zähler CNT_HL auf t_{max} (z.B. 50000) gesetzt. Der Timer CNT_HL arbeitet in diesem Beispiel mit einer Auflösung von 1 μs . Das Setzen von CNT_HL auf eine Länge von 50000 μs entspricht einer Drehzahl von 300 U/min. Daraufhin wird der Timer CNT_HL gestartet.

In S216 wird das Flag DE (war 0) auf 1 gesetzt und in S218-S222 die Kommutierung durchgeführt. Ist in S218 HALL = 1, so wird in S220 OUT1 auf HIGH, ansonsten in S222 OUT2 auf HIGH gesetzt. Für die zwischen dem Ausschalten der Ports OUT1 und OUT2 in S212 und dem Einschalten von OUT1 bzw. OUT2 in S220 bzw. S222 durchgeführten Programmschritte S214 - S218 hat das Programm eine gewisse Zeit benötigt, so daß eine ausreichende Kommutierungslücke (Fig. 21: t_G) eingehalten

wurde, z.B. 50 μ s.

In S224 wird schließlich der Hall-Interrupt verlassen.

Falls in S210 $DE = 1$ war, wird in S230 die Berechnung der Hall-Länge t_H und des neuen Timerwerts t_{TI} für die Zündwinkelverschiebung angefordert. Das Hauptprogramm ist mit Hilfe eines Funktionsmanagers aufgebaut, der nachfolgend in Fig. 15 näher beschrieben ist. Der Funktionsmanager ermöglicht es, durch Setzen von Flags Routinen anzufordern und durch das Zurücksetzen der Flags die Anforderung zu löschen. Für die Anforderung der Berechnung wird in S230 ein Flag FCT_ZWV auf 1 gesetzt.

Eine mögliche Alternative zu S230 besteht darin, die Berechnung direkt in der Hall-Interruptroutine (Fig. 8) durchzuführen. Dies soll durch S232 angedeutet werden. Wird die Berechnung in S232 ausgeführt, so kann für die Berechnung der Timer-Interruptzeit t_{TI} welche der Hallzeit t_{H_N} (z.B. t_{H_5}) zugeordnet ist, die Hallzeit $t_{H_{N-1}}$ (z.B. t_{H_4}) verwendet werden. Wird S230 verwendet, so wird die Hallzeit $t_{H_{N-2}}$ (z.B. t_{H_3}) verwendet, oder eine noch frühere Hallzeit, wie bei den Fig. 17 bis 19 beschrieben. Wird die Berechnung im Hallinterrupt durchgeführt (S232), so entfällt S230. Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich auf eine Version ohne S232.

In S234 (Fig. 8B) wird geprüft, ob das Flag $KD = 1$ ist (KD = Kommutierung Durchgeführt). Falls $KD = 1$ ist, so ist in der zu dem Hall-Interrupt gehörenden Hallzeit ein Timer-Interrupt aufgetreten, wie in Fig. 7A für H_{N+1} dargestellt, und die Zündwinkelverschiebung war eingeschaltet. In diesem Fall wurde die Kommutierung bereits im Timer-Interrupt (T_{N+1} in Fig. 7A) durchgeführt, und es wird direkt zu S238 gesprungen.

Ist in S234 $KD = 0$, so ist in der zu dem Hall-Interrupt gehörigen Hallzeit kein Timer-Interrupt aufgetreten, d.h. man hat die Situation gemäß Fig. 6. Die Kommutierungslücke (t_G in Fig. 21) wird in S236 durch das Setzen beider Ports $OUT1$ und $OUT2$ auf Null gestartet, d.h. die Statorwicklung 38 (Fig. 1) erhält kurzzeitig keine Energie zugeführt. Der Fall, daß ein Timer-Interrupt aufgetreten ist, aber aufgrund inaktiver Zündwinkelverschiebung bei diesem Interrupt nicht kommutiert worden ist, wird in dem Zweig unter S210 für $DE = 0$ berücksichtigt (Fig. 8A).

In S238 werden das Autoreload-Register AR und der Timer CNT_HL mit dem in der nachfolgend beschriebenen Zündwinkelberechnung (Fig. 9 oder 19) berechneten Wert t_{TI} geladen, und der Timer CNT_HL wird gestartet.

In S240 wird die Zündwinkelverschiebung durch das Setzen des Flags SZW := 1 auf aktiv gesetzt, da die erforderliche Drehzahl erreicht war ($DE = 1$), z.B. bei diesem Beispiel die Drehzahl 300 U/min.

In S242 wird wieder anhand des Flags KD (Kommütierung Durchgeführt) überprüft, ob die Kommütierung bereits stattgefunden hat. Falls nicht ($KD = 0$), wird in S244 anhand des Signals HALL überprüft, ob entweder in S246 OUT1 auf HIGH oder in S248 OUT2 auf HIGH gesetzt wird. Die Kommütierungslücke (t_G in Fig. 21) wird hierbei durch die zwischen dem Ausschalten der Ports OUT1 und OUT2 (S236) und dem Einschalten liegenden Schritte S238 bis S244 erzeugt.

In S250 wird die Hall-Interruptroutine schließlich verlassen.

Fig. 9 zeigt ein Flußdiagramm für eine beispielhafte Routine zur Zündwinkelberechnung, welche bei erreichter Mindestdrehzahl bei jeder Hall-Interruptroutine (Fig. 8) durch Setzen des Anforderungsbits FCT_ZWV (Fig. 15) angefordert wird, vgl. S230 in Fig. 8A. Die Zündwinkelberechnung wird durch den Funktionsmanager 190 (Fig. 15) aufgerufen, wenn keine Aufgaben höherer Priorität angefordert sind. Man kann deshalb nicht genau sagen, wann diese Berechnung stattfindet. Die Zeitpunkte B_N (z.B. in Fig. 12A und 12B), an denen die Zündwinkelberechnung ausgeführt wird, sind also nicht genau festgelegt, sondern stellen Beispielzeitpunkte dar.

Es ist zu beachten, daß die Berechnung der Hall-Länge t_H immer für eine vorhergehende Hallzeit gilt. So wird z.B. während der Hallzeit t_{H_N} die Hall-Länge $t_{H_{N-1}}$ berechnet.

In S252 wird anhand des Flags KD überprüft, ob in dem Timer-Interrupt (z.B. T_{N+1} in Fig. 7) eine Kommütierung durchgeführt wurde, vgl. S234 in Fig. 10. Falls ja ($KD = 1$), so ergibt sich gemäß S254, wie in Fig. 7 gezeigt und dort beschrieben, die Hall-Länge t_H aus der Startzeit t_B und der Zeit t_1 , welche die Differenz von t_B und t_E ist. Falls nein ($KD = 0$), ergibt sich gemäß S256 die Hall-Länge t_H aus der Differenz

von t_B und t_E , vgl. Fig. 6.

In S258 wird zu der Hall-Länge t_H eine Korrekturzeit t_{CORR} addiert. Diese ergibt sich daraus, daß der Timer CNT_HL am Anfang der Hall-Interruptroutine (Fig. 8A und 8B) bei S202 angehalten, aber erst später in S232 erneut gestartet wird. Bis dahin hat die Hall-Interruptroutine eine gewisse Zeit benötigt, die nun als t_{CORR} (z.B. 40 μs) addiert wird, um in S258 die exakte Hall-Länge t_H zu erhalten.

In S260 wird die augenblickliche Hall-Länge t_H in dem Ist-Hallwert t_i abgespeichert, damit der momentane Ist-Hallwert allen anderen Programmteilen (z.B. der Regelung) als Maß für die augenblickliche Drehzahl zur Verfügung steht.

In S262 wird die aktuelle Startzeit des Timers CNT_HL in t_B gesichert, so daß sie für die Berechnung von t_{TI} während der nächsten Hallzeit verfügbar ist.

Es folgt eine Überprüfung der Drehzahl, da erst ab einer vorgegebenen Minstdrehzahl n_{min} , z.B. 300 U/min, eine Zündwinkelverschiebung durchgeführt werden soll. Hierzu wird in S264 verglichen, ob $t_H > t_{SZW}$ ist. t_{SZW} (z.B. 49664 μs , was 0xC200 entspricht) ist die maximale Hall-Länge, bis zu der eine Zündwinkelverschiebung durchgeführt werden soll. Ist t_H größer als t_{SZW} , so ist der Motor zu langsam, und in S266 wird mit $SZW := 0$ die Zündwinkelverschiebung ausgeschaltet.

In S268 wird der Kommutierungszeitpunkt t_{TI} , also der Zeitpunkt, zu dem ein Timer-Interrupt ausgelöst werden soll, berechnet. Hierzu wird in S268 ein Wert t_{ZW} , nämlich die Zeit, um die der Zeitpunkt der Kommutierung nach früh verschoben werden soll, subtrahiert, z.B. 200 μs . Das kann ein konstanter Wert sein, oder auch ein Wert, der von einem Motorparameter abhängig ist. Über den Bus 30 (Fig. 14) kann dieser Wert t_{ZW} von außen verändert werden. Ist $t_{ZW} = 0$, so ist die Zündwinkelverschiebung abgeschaltet.

Die Zündwinkelberechnungsroutine ist nun abgearbeitet worden. Das Anforderungsbit FCT_ZWV (Fig. 15) wird in S270 auf 0 gesetzt, in S272 wird das Flag KD wieder auf 0 gesetzt, damit es für die folgende Hallzeit genutzt werden kann, und in S274 wird das Anforderungsbit FCT_RGL (Fig. 15) der Regelung des Motors gesetzt, so daß diese angefordert wird.

Die Hauptaufgaben der Zündwinkelberechnungsroutine gemäß Fig. 9 waren also das Bestimmen der Zeitdauer der vorhergehenden Hall-Länge (S258), das Berechnen des Kommutierungszeitpunkts für die folgende Hallzeit (S268), und das Anfordern der Regelung (S274).

Fig. 10 zeigt ein Flußdiagramm für eine beispielhafte Timer-Interruptroutine, welche zur Motorsteuerung dient und ausgelöst wird, wenn der in dem vorhergehenden Hall-Interrupt initialisierte und gestartete Timer CNT_HL auf 0 zurückgezählt hat, bevor der nächste Hall-Interrupt ausgelöst wird, vgl. Fig. 7A und 7B.

Beim Erreichen des Wertes 0 wird der Timer CNT_HL in S302 mit dem Wert t_{AR} des Autoreload-Registers AR geladen und erneut gestartet, da er gleichzeitig für die Berechnung der Hall-Länge t_H dient. Dieser Schritt wird von dem μC 11 bei Erreichen der 0 für diesen Zähler automatisch ausgeführt und ist nur zur Verdeutlichung in das Flußdiagramm aufgenommen worden.

In S304 wird anhand des Flags SZW überprüft, ob die Zündwinkelverschiebung aktiv ist. Ist sie nicht aktiv, so läuft der Motor langsamer als die minimale Drehzahl. Dies wird ersichtlich, da bei nicht aktiver Zündwinkelverschiebung, wenn der Timer-Interrupt stattgefunden hat, in der Hall-Interruptroutine in S214 das Autoreloadregister AR und der Timer CNT_HL auf die der minimalen Drehzahl n_{min} entsprechende maximale Hall-Länge t_{max} gesetzt werden. Findet trotzdem der Timer-Interrupt (T_{N+1} in Fig. 7) vor dem Hall-Interrupt (H_{N+1} in Fig. 7) statt, so ist die minimale Drehzahl n_{min} nicht erreicht, und das Flag DE (Drehzahl Erreicht) wird auf 0 gesetzt und in S308 die Timer-Interruptroutine verlassen.

Bei aktiver Zündwinkelverschiebung ($SZW = 1$) wird von S304 nach S310 gesprungen, wo die beiden Ports OUT1 und OUT2 zum Beginn der Kommutierungslücke auf 0 gesetzt werden.

Die Schritte S312 bis S316 bilden eine Programmschleife, welche eine ausreichend lange Kommutierungslücke (t_G in Fig. 21) bewirkt. Hierzu wird in S312 einem Zähler DEL_CNT ein Verzögerungswert t_{DEL} zugeordnet, z.B. die Zahl 5. In S314 wird der Zähler DEL_CNT um 1 dekrementiert und in S316 wird überprüft, ob DEL_CNT schon den Wert 0 erreicht hat, die Verzögerungsschleife also vollständig abgearbeitet ist.

Falls nicht, wird wieder nach S314 zurückgesprungen und die Schleife setzt fort. Wenn ein Durchlauf der Schleife z.B. 10 μ s benötigt, so erhält man mit den oben genannten Werten eine Verzögerung von 50 μ s, während der die Ports OUT1 und OUT2 beide das Ausgangssignal 0 haben, was die Kommutierungslücke t_G bewirkt.

Anschließend findet in gewohnter Weise die Kommutierung statt, wie bereits in Fig. 8A bei S218 bis S224 beschrieben. Ist in S318 der Hallwert $HALL = 1$, so wird in S320 OUT1 auf HIGH gesetzt, ansonsten wird in S322 OUT2 auf HIGH gesetzt. Die Kommutierung ist also - mit Zündwinkelverschiebung - im Timer-Interrupt und vor dem Hall-Interrupt durchgeführt worden, also in Fig. 7 zum Zeitpunkt T_{N+1} vor dem Hall-Interrupt H_{N+1} .

In S324 wird das Flag KD (Kommutierung Durchgeführt) auf 1 gesetzt, damit die Hall-Interruptroutine und die Zündwinkelberechnungsroutine dies erkennen können, und daraufhin wird die Hall-Interruptroutine in S326 verlassen.

Fig. 11 zeigt beispielhaft eine Darstellung des Signals HALL, der Zeitpunkte der Hall-Interrupts H_N und der Timer-Interrupts T_N beim Hochlauf eines erfindungsgemäßen Motors. Die Hallzeiten t_{H_N} , welche jeweils zwischen den Hall-Interrupts H_{N-1} und H_N stehen, werden immer kürzer, da der Motor beschleunigt. Es tritt nicht während jeder Hallzeit ein Timer-Interrupt auf. In diesem Beispiel wird in t_{H2} und den folgenden Hallzeiten eine Zündwinkelberechnung ausgeführt, aufgrund der Beschleunigung des Motors treten in diesem Beispiel jedoch nur die Timer-Interrupts T_1 , T_{10} und T_{11} auf, da die Drehzahl erst ab t_{H8} einigermaßen konstant wird.

In Fig. 12A und 12B ist der Verlauf der Fig. 11 in vergrößertem Maßstab dargestellt und mit zusätzlichen Erläuterungen versehen.

Fig. 12A und 12B zeigen einen zeitlichen Beispielverlauf eines Starts eines erfindungsgemäßen Motors. Dieser soll das Zusammenspiel des Hall-Interrupts, der Zündwinkelberechnung und des Timer-Interrupts verdeutlichen.

In Fig. 12A und 12B werden folgende Variablen verwendet:

DE: Flag "Drehzahl Erreicht"

KD: Flag "Kommutierung Durchgeführt"

SZW:	Flag "Start ZündwinkelVerschiebung"
t_AR:	Wert im Autoreloadregister AR (Fig. 1)
CNT_HL:	Timer für Timer-Interrupt und Berechnung der Hall-Länge
t_E:	Stoppzeit (Zeit des Endes)
t_H:	Hall-Länge (Hallzeit)
t_B:	Startzeit (Zeit des Beginns)
OUT1:	Port des μ C 11 zur Bestromung des Motors
OUT2:	Port des μ C 11 zur Bestromung des Motors

Das Signal HALL am Eingang Hall des μ C 11 ist eingetragen. Die Hall-Längen t_H stehen jeweils zwischen den sie umschließenden Hall-Interrupts, z.B. $t_{H_2} = 40$ ms zwischen H_1 und H_2 , $t_{H_3} = 35$ ms zwischen H_2 und H_3 , etc. Hall-Interrupts sind jeweils mit H_N , Timer-Interrupts mit T_N und Ausführungen der Zündwinkelberechnung mit B_N angezeigt, wobei N die Indexzahl der zugehörigen Hall-Länge t_{H_N} ist.

Unter dem Signal HALL befinden sich einige wichtige Variablen, welche in dem in dem μ C 11 ablaufenden Programm verwendet werden. Die Angabe von Zeiten erfolgt aus Platzgründen in ms, wohingegen programmintern mit μ s-Zeiten gearbeitet wird. Beim Start des Motors werden einige der Variablen initialisiert (Spalte INIT). t_{TI} und t_B werden mit 50 ms initialisiert. Dies entspricht einer Drehzahl von 300 U/min, und erst ab dieser Drehzahl wird in diesem Ausführungsbeispiel die Zündwinkelverschiebung eingeschaltet. DE und KD werden auf 0 gesetzt, da die erforderliche Drehzahl anfangs noch nicht erreicht ist, und SZW ist auch mit 0 initialisiert, da die Zündwinkelverschiebung ausgeschaltet ist.

Bei dem ersten Hall-Interrupt H_0 werden das Autoreload-Register AR und der Timer CNT_HL das erste Mal mit 50 ms geladen, und der Timer CNT_HL wird gestartet. Die Hall-Länge t_{H_1} beträgt 60 ms, so daß der Timer-Interrupt T_1 vor dem Hallinterrupt H_1 auftritt.

Da die Zündwinkelverschiebung ausgeschaltet ist ($SZW = 0$), wird in der Timer-Interruptroutine als einziges der Wert DE auf 0 gesetzt (S306 in Fig. 10). Dies zeigt dem Hall-Interrupt an, daß der Motor noch nicht die Minstdrehzahl n_{min} erreicht hat, da die Hall-Länge t_{H_1} größer als die maximale Hall-Länge t_{max} ist, die der Minstdrehzahl n_{min} entspricht. Der Timer CNT_HL wird automatisch mit dem Autoreload-Wert t_{AR} von 50 ms aufgeladen und gestartet.

Durch den Hall-Interrupt H_1 wird die Hall-Interruptroutine (Fig. 8) aufgerufen. Die Stoppzeit t_E von 40 ms, die sich daraus ergibt, daß zwischen dem Timer-Interrupt T_1 , bei dem der Timer CNT_HL erneut auf 50 ms gesetzt wurde, und dem Hall-Interrupt H_1 10 ms vergangen sind, wird gesichert. Da $DE = 0$ ist, wird die Kommutierung zum Zeitpunkt H_1 durchgeführt, t_{AR} und CNT_HL werden mit 50 ms geladen und der Timer CNT_HL wird gestartet. DE wird auf 1 gesetzt. Es wird keine Berechnung angefordert.

Während der Hall-Länge t_{H2} erreicht der Motor erstmals im Durchschnitt die Minstdrehzahl von 300 U/min, so daß der Hall-Interrupt H_2 ausgelöst wird, bevor der Timer CNT_HL auf Null heruntergezählt hat. Es findet also kein Timer-Interrupt T_2 statt.

In der Hall-Interruptroutine beim Hallwechsel H_2 wird die Stoppzeit t_E des Timers CNT_HL von 10 ms gesichert. DE hat dadurch, daß während der Hall-Länge t_{H2} kein Timer-Interrupt aufgetreten ist, seinen Wert $DE = 1$ behalten. Dadurch erkennt die Hall-Interruptroutine, daß die Drehzahl von 300 U/min überschritten wurde. In der Hall-Interruptroutine wird die Zündwinkelberechnungsroutine (Fig. 9) angefordert und die Zündwinkelverschiebung wird durch $SZW := 1$ aktiviert. Da innerhalb der Hall-Länge t_{H2} noch nicht kommutiert wurde ($KD = 0$), wird die Kommutierung während der Hall-Interruptroutine zum Zeitpunkt $H2$ durchgeführt. Das Autoreload-Register AR und der Timer CNT_HL werden mit dem beim Start des Motors auf 50 initialisierten Wert t_{TI} geladen, da noch keine Zündwinkelberechnung durchgeführt wurde, und der Timer CNT_HL wird erneut gestartet.

Während der Hall-Länge t_{H3} wird das erste Mal die Berechnung der Zündwinkelverschiebung ausgeführt. Es ist kein Timer-Interrupt aufgetreten ($KD = 0$), so daß sich die während der Hall-Länge t_{H3} berechnete Hall-Länge t_{H2} aus $t_B = 50$ ms und $t_E = 10$ ms zu $t_H = 40$ ms ergibt. Hieraus ergibt sich bei einer Zündwinkelverschiebungszeit von $t_{ZW} = 0,2$ ms eine Timer-Interruptzeit von 39,8 ms. Die Timerstartzeit der Hallzeit t_{H3} wird in t_B gesichert.

Die Hall-Interruptroutine zum Hall-Interrupt H_3 läuft analog zu der Hall-Interruptroutine zum Hall-Interrupt H_2 ab, da der Motor weiterhin beschleunigt und der Hall-Interrupt

auftritt, bevor der Timer CNT_HL den Wert 0 erreicht. Es tritt deshalb in dieser Hallzeit kein Timer-Interrupt auf. Dies geschieht ebenso bei den Hall-Interrupts H_4 , H_5 , H_6 und H_7 . Die Zündwinkelberechnungsroutinen B_4 , B_5 , B_6 und B_7 werden ebenfalls in der jeweiligen Hallzeit aufgerufen.

In der Hallzeit t_{H_8} erreicht der Motor schließlich seine Solldrehzahl von 1500 U/min, die einer Hall-Länge von 10 ms entspricht. Da bei diesem Beispiel die Timer-Interruptzeit t_{TI} für die Hallzeit t_{H_N} immer während der Hallzeit $t_{H_{N-1}}$ aus der Hall-Länge $t_{H_{N-2}}$ berechnet wird, ist ein "Nachlauf" von zwei Hallzeiten vorhanden, d.h. die erste Hallzeit, bei der der Timer CNT_HL mit der korrekten Timer-Interruptzeit t_{TI} gestartet ist, ist $t_{H_{10}}$, da die Hallzeit t_{H_8} die erste Hallzeit mit 10 ms war und das Ergebnis aus der Hall-Längenberechnung der Hallzeit von t_{H_8} erst in $t_{H_{10}}$ verwendet wird.

Während der Hallzeit $t_{H_{10}}$ wird die Zündwinkelberechnung B_{10} normal ausgeführt. Der Startwert t_{TI} für das Autoreload-Register AR und den Timer CNT_HL betrug während der Hall-Interruptroutine zu H_9 9,8 ms.

Deshalb wird 9,8 ms nach dem Hall-Interrupt H_9 ein Timer-Interrupt T_{10} ausgelöst. Der Timer CNT_HL wird automatisch mit dem Wert t_{AR} (9,8 ms) aufgeladen und erneut gestartet. Die Zündwinkelverschiebung ist eingeschaltet ($SZW = 1$), so daß in der Timer-Interruptroutine (T_{10}) kommutiert wird. Das Flag KD wird auf 1 gesetzt, um der folgenden Hall-Interruptroutine zu H_{10} und der Zündwinkelberechnung anzuzeigen, daß kommutiert wurde.

In der Hall-Interruptroutine zum Hall-Interrupt H_{10} wird der Stoppwert des Timers CNT_HL in t_E gesichert, die Zündwinkelberechnungsroutine angefordert, das Autoreload-Register AR und der Timer CNT_HL geladen, und der Timer CNT_HL gestartet. Da die Kommutierung bereits in der Timer-Interruptroutine zum Timer-Interrupt T_{10} stattgefunden hat, wird nicht mehr kommutiert.

Die folgenden Hallzeiten $t_{H_{11}}$ usw. verlaufen wie $t_{H_{10}}$, falls sich Istdrehzahl oder Solldrehzahl des Motors nicht ändern.

Regelung des Motors

Fig. 13 zeigt den für Regelung und Antrieb des Motors wichtigen Teil der Schaltung. Gleiche oder gleich wirkende Teile wie in den vorhergehenden Figuren sind mit denselben Bezugszeichen bezeichnet wie dort und werden gewöhnlich nicht nochmals beschrieben.

Die Belegung der Anschlüsse des μC 11 ist wieder Fig. 3 zu entnehmen. Die Ausgänge OUT1 und OUT2 des μC 11 steuern die als H-Brücke 37 geschalteten npn-Transistoren 141, 142, 143 und 144.

Ein Ausgang RGL des μC 11 ist über einen Widerstand 123 an einen Kondensator 124 angeschlossen. Wird RGL auf HIGH gesetzt, so wird der Kondensator 124 aufgeladen, ist RGL auf LOW, so wird der Kondensator entladen, und ist RGL auf TRISTATE, so ist der Kondensator 124 von RGL abgekoppelt und hält seine Spannung. Ohne die Strombegrenzung 44, welche weiter unten beschrieben wird, könnte der Punkt 125 direkt mit dem Pluseingang des Komparators 120 verbunden werden.

Ist der npn-Transistor 150 nicht leitend, die Strombegrenzung 44 also inaktiv, so stellt sich über den Widerstand 126 an einem kleineren Kondensator 127 die gleiche Spannung wie die des Kondensators 124 ein. Über den Ausgang RGL des μC 11 kann also die Spannung an dem Pluseingang des Komparators 120 beeinflußt werden.

An dem Minuseingang des Komparators 120 liegt ein durch einen Dreiecksoszillator 35 erzeugtes Dreiecksignal an. Der Dreiecksoszillator 35 weist einen Komparator 130 auf. Vom Ausgang P3 des Komparators 130 führt ein Mitkopplungswiderstand 132 zu dessen Pluseingang, und ebenso führt ein Gegenkopplungswiderstand 131 vom Ausgang P3 des Komparators 130 zum Minuseingang des Komparators 130. Ein Kondensator 135 liegt zwischen dem Minuseingang des Komparators 130 und Masse 100. Der Ausgang des Komparators 130 ist ferner über einen Widerstand 133 mit +Vcc verbunden. Der Pluseingang des Komparators 130 ist über zwei Widerstände 134 und 136 mit +Vcc bzw. Masse 100 verbunden.

Zur Erläuterung der Wirkungsweise des Dreiecksgenerators 35 und der Steuerung des Ausgangs RGL des μC 11 durch den μC 11 wird auf DE198 36 882.8 (intern: D216) verwiesen.

Liegt die Spannung des Dreieckssignals am Minuseingang des Komparators 120 unter der des Referenzsignals am Plusseingang des Komparators 120, so ist der Ausgang OFF des Komparators 120 auf HIGH, und die unteren Transistoren 141 bzw. 143 können über die logischen UND-Glieder 147 bzw. 148 durch OUT1 bzw. OUT2 aus- und eingeschaltet werden. Liegt die Spannung des Dreieckssignals über der des Referenzsignals, so ist der Ausgang OFF des Komparators 120 auf LOW und damit kann die Statorwicklung 38 nicht bestromt werden.

Über die Spannung am Kondensator 124 und damit auch am Kondensator 127 wird also das sogenannte Tastverhältnis eingestellt, das Verhältnis der Dauer, die der Ausgang des Komparators 120 während einer Periode des Dreieckssignals auf HIGH ist zu einer ganzen Periode. Das Tastverhältnis kann zwischen 0 % und 100 % liegen. Ist die Motordrehzahl z.B. zu hoch, so wird der Kondensator 124 über RGL entladen und damit das Tastverhältnis verkleinert. Das Ganze wird als Pulsweitenmodulation (PWM) bezeichnet. Der Pullup-Widerstand 128 dient dazu, den Open-Collector-Ausgang OFF des Komparators 120 bei HIGH auf +Vcc zu ziehen.

Um beim Einschalten den Motor starten zu können, wird der Kondensator 124 bei der Initialisierung eine vorgegebene Zeitdauer über RGL aufgeladen, damit die Spannung am Kondensator 127 den erforderlichen Mindestwert für das Einschalten des Komparators 120 und damit der Brücke 37 erreicht.

Eine Strombegrenzung 44 wird dadurch verwirklicht, daß der Strom in der Statorwicklung 38 über einen Meßwiderstand 140 zu Masse 100 fließt. Je höher der Strom durch den Widerstand 140 ist, desto höher ist die Spannung an ihm und damit auch das Potential am Punkt 149.

Erreicht das Potential an 149 einen bestimmten Wert, so wird der Transistor 150 leitend und reduziert die Spannung am Kondensator 127, und das Tastverhältnis am Ausgang des Komparators 120 wird dadurch kleiner. Der Widerstand 126 verhindert, daß der große Kondensator 124 bei einer Strombegrenzung ebenfalls entladen wird, und er beschleunigt die Strombegrenzung, da der kleine Kondensator 127 schneller entladen werden kann. Nach dem Ende der aktiven Strombegrenzung wird der kleinere Kondensator 127 durch den großen Kondensator 124 wieder aufgeladen und so auf dessen Spannung gesetzt. Der Widerstand 126 und der Kondensator 127

bewirken also, daß die Strombegrenzung 44 eine höhere Priorität als die Regelung besitzt.

Die Strombegrenzung 44 weist ein Filterglied aus einem Widerstand 151 und einem Kondensator 152 gegen Masse, gefolgt von dem npn-Transistor 150, der bei einer genügend hohen Spannung an seiner Basis den Pluseingang des Komparators 120 auf Masse 100 zieht, auf. Dahinter folgt ein weiteres aus den Widerständen 153 und 155 und dem Kondensator 154 bestehendes Siebglied.

Für die Beschreibung einer alternativen Form der Strombegrenzung wird auf DE 198 26 458.5 (intern: D215) verwiesen. Sie kann wie dort auch mit Hilfe eines Komparators aufgebaut werden und programmgesteuert sein.

EEPROM-Funktion

Fig. 14 zeigt den Ausschnitt der Schaltung, der das EEPROM 26 und das Businterface 30 betrifft. Die Pinbelegung des μ C 11 ist wieder Fig. 3 zu entnehmen. Gleiche oder gleich wirkende Teile wie in den vorhergehenden Figuren sind mit denselben Bezugszeichen bezeichnet wie dort. Das EEPROM 26 ist z.B. vom Typ "2-Wire Serial CMOS EEPROM AT24C01A" (ATMEL)

Das EEPROM 26 erhält an seinem Dateneingang SDA das Signal ESDA (Fig. 2) des μ C 11 und an seinem Eingang SCL das Signal ESCL. Beide Leitungen sind über Widerstände 172, 173 mit +Vcc verbunden.

Der Schreibe- und Leseeingang WP des EEPROM 26 ist mit dem Pin CS (Chip Select) des μ C 11 verbunden. Ist CS auf HIGH, so ist das EEPROM 26 schreibgeschützt, ist CS auf LOW, so können Daten in das EEPROM 26 geschrieben werden. Die Anschlüsse VSS, A0, A1 und A2 des EEPROM 26 sind mit Masse 100 verbunden, und der Anschluß VCC des EEPROM 26 mit +Vcc.

Die Leitungen ESDA und ESCL stellen also den seriellen Bus zwischen dem μ C 11 und dem EEPROM 26 dar, der hier als IIC-Bus betrieben wird.

Normalerweise wird das EEPROM 26 in der Fabrik einmal über das Businterface 30 programmiert, eine Neuprogrammierung ist jedoch jederzeit möglich. Alternativ kann der Motor auch ohne den Bus 30 betrieben werden, wobei das EEPROM 26 dann

mittels einer bekannten Vorrichtung programmiert wird, ehe man es in den Motor einsetzt.

Das Businterface 30 arbeitet mit einem IIC-Bus. Es verfügt über eine Datenleitung DATA mit einem Anschluß 160, die über einen Widerstand 162 an den Anschluß SDA des μC 11 angeschlossen ist. Vom Anschluß SDA führt ein Widerstand 165 zu +Vcc und ein Kondensator 167 zu Masse 100. Außerdem ist der Anschluß SDA mit dem Emitter eines pnp-Transistors 168 verbunden, dessen Kollektor mit Masse 100 und dessen Basis über einen Widerstand 169 mit dem Anschluß N16 des μC 11 verbunden sind.

Weiterhin hat das Businterface 30 eine Taktleitung CLOCK mit einem Anschluß 161, die über einen Widerstand 163 an den Anschluß SCL des μC 11 angeschlossen ist. Vom Anschluß SCL des μC 11 führt ein Widerstand 164 zu +Vcc und ein Kondensator 166 zu Masse 100.

Die Schaltung mit dem pnp-Transistor 168 dient dazu, sowohl den Ausgang N16 als auch den Eingang SDA des μC 11 mit der bidirektionalen Leitung DATA des IIC-Buses zu verbinden.

Für eine weitergehende Beschreibung des EEPROM 26, des Businterfaces 30 und deren Programmierung wird auf DE 198 26 458.5 (intern: D215) verwiesen.

Mit dem Businterface 30 ist es möglich, Werte im EEPROM 26 zu verändern. So kann z.B. die minimale Drehzahl n_{min} , ab der die Kommutierung mit Zündwinkel eingeschaltet werden soll, durch das Setzen des Werts t_{SZW} im EEPROM verändert werden und somit die Konfiguration des Motors geändert werden. Ebenso geändert werden kann z.B. die Zündwinkelzeit t_{ZW} .

Funktionsmanager

Fig. 15 zeigt ein Flußdiagramm mit einer möglichen Ausführungsform des in dem μC 11 ablaufenden Gesamtprogramms. Nach dem Einschalten des Lüfters wird in dem μC 11 ein interner Reset ausgelöst. In S600 erfolgt die Initialisierung des μC 11. Es werden z.B. Parameter aus dem EEPROM 26 in das RAM des μC 11 übertragen.

Nach der Initialisierung erfolgt ein Sprung in den bereits erwähnten

Funktionsmanager 190, der in S602 beginnt. Dieser regelt den Ablauf der einzelnen Unterprogramme und bestimmt deren Prioritäten.

Als erstes werden die Funktionen abgearbeitet, die zeitkritisch sind und bei jedem Durchlauf abgearbeitet werden müssen. Hierzu zählt die Kommunikationsfunktion COMM in S602, da der IIC-Bus 30 (Fig. 14) z.B. bei einer Baudrate von 2 k alle 250 μ s überprüft werden muß.

Fig. 16 zeigt ein beispielhaftes Funktionsregister 195, in dem für jede weitere Funktion ein Bit reserviert ist.

In diesem Beispiel ist das Funktionsregister 195 1 Byte groß, und es sind, von dem niederwertigsten Bit (LSB) beginnend, die folgenden Anforderungsbits für die unten erklärten anforderbaren Funktionen definiert:

- Bit1: FCT_ZWV für die Zündwinkelberechnungsroutine,
- Bit2: FCT_RGL für eine Regelroutine beliebiger Art.

Die restlichen Bits sind für zusätzliche anforderbare Funktionen reserviert, die bei Bedarf in den Funktionsmanager 190 eingefügt werden können.

Soll eine bestimmte anforderbare Funktion durch eine andere Funktion oder eine Interruptroutine angefordert werden, so wird das Bit der anzufordernden Funktion auf 1 gesetzt. Das nächste Mal, wenn der Funktionsmanager 190 bei einem Durchlauf keine andere anforderbare Funktion mit höherer Priorität aufgerufen hat, so wird diese Funktion ausgeführt.

Ist eine angeforderte Funktion abgearbeitet, so setzt sie ihr Bit (Fig. 16) wieder auf 0, z.B. FCT_RGL := 0.

In Fig. 15 wird nach S602 in einer vorbestimmten Reihenfolge, von der wichtigsten anforderbaren Funktion ausgehend, jeweils geprüft, ob deren Anforderungsbit gesetzt ist. Ist dies bei einer Funktion der Fall, so wird diese ausgeführt, und daraufhin wird wieder an den Anfang S602 des Funktionsmanagers 190 gesprungen. Die Reihenfolge der Überprüfung des Funktionsregisters 195 gibt die Priorisierung der anforderbaren Funktionen vor. Je höher eine solche Funktion in dem Funktionsmanager 190 steht, desto höher ist ihre Priorität.

Die aufgerufenen Funktionen müssen so kurz sein, daß ihre Abarbeitungszeit, addiert zu den immer ausgeführten Funktionen (hier S602) und den Interruptroutinen, nie größer als die maximal zulässige Zeit zwischen zwei Abfragen des IIC-Buses 30 ist. In dem obigen Beispiel mit einer Baudrate von 2 k und einer maximal zulässigen Zeit von 250 µs liegt die maximale Abarbeitungszeit für die in S610 oder S614 aufgerufenen Funktionen bei ca. 100 µs.

In S610 wird überprüft, ob das Anforderungsbit FCT_ZWV für die Zündwinkelverschiebung gesetzt ist, also den Wert 1 hat. Ist es gesetzt, so wird nach S612 gesprungen, und die Zündwinkel-Berechnungsroutine (Fig. 9 oder 19) wird ausgeführt. Vor der Beendigung setzt die Zündwinkel-Berechnungsroutine ihr Anforderungsbit FCT_ZWV zurück und fordert in S274 durch Setzen des Anforderungsbits FCT_RGL die Regelroutine an.

War in S610 FCT_ZWV nicht gesetzt, so wird in S614 überprüft, ob FCT_RGL gesetzt ist. Ist dies der Fall, so wird in S618 eine Regelroutine zur Regelung der Motordrehzahl aufgerufen.

Waren keine der in S610 und S614 überprüften Bits gesetzt, so wird wieder nach S602 gesprungen, und die Funktionen, die bei jedem Durchlauf des Funktionsmanagers 190 ausgeführt werden, werden erneut aufgerufen.

Fig. 15 zeigt auch bei 620 symbolisch einen Hall-Interrupt, der die höchste Priorität L1 (Level 1) hat. Ein Hall-Interrupt hat diese hohe Priorität, weil die genaue Erfassung der Hall-Signale für einen ruhigen Lauf des Motors 39 sehr wichtig ist. Er unterbricht alle Prozesse des Funktionsmanagers 190, wie durch einen Pfeil 621 symbolisiert.

Unter dem Hall-Interrupt ist bei 622 ein Timer-Interrupt dargestellt. Dieser hat eine niedrigere Priorität L2 und unterbricht alle Prozesse unter ihm, wie durch den Pfeil 623 angedeutet. Eine exakte Kommutierung ist ebenfalls sehr wichtig für einen ruhigen Lauf des Motors, und deshalb hat der Timer-Interrupt 622 die zweithöchste Priorität.

Wenn Hall-Interrupt und Timer-Interrupt gleichzeitig angefordert würden, würden sie nach der Reihenfolge ihrer Priorität abgearbeitet.

Die nächstniedere Priorität L3 hat die Funktion COMM, da bei der Kommunikation über den Bus 30 keine Daten verlorengehen dürfen.

Die nächstniedere Priorität L4 hat die Funktion ZWV, die in S230 angefordert werden kann und die in Fig. 9 (oder 19) dargestellt ist.

Die niedrigste Priorität L5 hat die Funktion RGL (S614), da sich die Drehzahl eines Motors - wegen dessen mechanischer Trägheit - gewöhnlich langsam ändert, so daß die Regelfunktion meist nicht zeitkritisch ist. Ggf. kann man aber auch die Reihenfolge der Schritte S610 und S614, und damit deren Priorität, vertauschen.

Auf diese Weise gelingt es, die verschiedenen "Bedürfnisse" des Motors 39 in eine vorgegebene Hierarchie einzuordnen und die Ressourcen des μC 11 optimal für den Betrieb des Motors zu nutzen.

Zündwinkelverschiebung unter Berücksichtigung von Magnetisierungsfehlern des Rotors 39

Fig. 17 zeigt einen vierpoligen Außenrotor 39. Dieser hat vier radial magnetisierte Pole 534, 535, 536, 537, die in der dargestellten Weise durch (symbolisch angedeutete) Übergangsbereiche 530 bis 533 voneinander getrennt sind. Es wird als Beispiel eine sogenannte trapezförmige Magnetisierung angenommen, vgl. Fig. 18A.

Wegen der Inhomogenitäten des Magnetmaterials, und wegen unvermeidbarer Fehler in der (nicht dargestellten) Magnetisierungsvorrichtung, ist der Verlauf der Magnetflußdichte besonders in den Übergangsbereichen 530 bis 533 nicht exakt definiert, sondern von Rotor zu Rotor etwas verschieden.

Nimmt man an, daß sich der Rotor 39 in Richtung des Pfeiles 540 am Hallgenerator 40 vorbeidreht, so erhält man am Hallgenerator 40 eine Hallspannung u_H , deren Verlauf in Fig. 18A - wegen der Anschaulichkeit stark übertrieben - dargestellt ist. Der Teil 534' dieser Hallspannung u_H wird vom Rotorpol 534 (Nordpol) erzeugt und ist etwas zu kurz, d.h. die Nulldurchgänge dieser Hallspannung liegen bei 0° el. und etwa 170° el. statt - wie gewünscht - bei 0° el. und exakt 180° el.

Der Teil 535' der Hallspannung wird vom Rotorpol 535 erzeugt. Er beginnt bei etwa

170° el., endet bei etwa 370° el., und ist zu lang.

Der Teil 536' wird vom Rotorpol 536 erzeugt und erstreckt sich von etwa 370° el. bis etwa 550° el., hat also zwar die richtige Länge, aber nicht die richtige Phasenlage.

Der Teil 537' wird vom Rotorpol 537 erzeugt und erstreckt sich von etwa 550° el. bis 720° el., ist also etwas zu kurz. 720° el. entspricht bei diesem Motor wieder 0° el., weil sich der Rotor 39 dann einmal voll gedreht hat, und der Spannungsverlauf wiederholt sich dann, was in Fig. 18A bei 534'A angedeutet ist.

Fig. 18B zeigt das zugehörige Signal HALL, welches ein Spiegelbild der eben erläuterten Magnetisierungsfehler ist, d.h. sein erster Abschnitt 534" ist zu kurz, sein zweiter Abschnitt 535" ist zu lang, sein dritter Abschnitt 536" ist phasenverschoben, und sein vierter Abschnitt 537" ist zu kurz. Nach dem Winkel 720° el. beginnt ein Abschnitt 534"A, der - bei konstanter Drehzahl - dem Abschnitt 534" entspricht.

Die Abschnitte 534" und 537" täuschen also eine zu hohe Drehzahl vor, und der Abschnitt 535" eine zu niedrige Drehzahl.

Wird der Abschnitt 534" verwendet, um die Zeit t_{TI} für den Abschnitt 536" zu berechnen, wie das bei dem vorhergehenden Ausführungsbeispiel erläutert wurde, so wird im Abschnitt 536" zu früh kommutiert.

Wird der Abschnitt 535" verwendet, um die Zeit t_{TI} für den Abschnitt 537" zu berechnen, so wird dort zu spät kommutiert.

Dies kann zu einem unregelmäßigen Lauf des Motors und zu erhöhten Motorgeräuschen führen.

Deshalb wird nach der Erfindung bevorzugt die Hall-Länge eines Abschnitts des Signals HALL dazu verwendet, um die Zeit t_{TI} für den eine Rotorumdrehung späteren Abschnitt zu berechnen, wie das in Fig. 5 mit den Bezugszeichen 304, 306, 308 für einen vierpoligen Rotor symbolisch an einem Beispiel dargestellt ist. Z.B. wird in Fig. 18B die Hall-Länge t_{HN} des Abschnitts 534" dazu verwendet, um die Zeit t_{TI} für den Abschnitt 534"A zu berechnen, wie das symbolisch und beispielhaft bei 542, 544, 546 dargestellt ist. Dann treten diese Fehler nicht auf, denn bei konstanter

Drehzahl sind z.B. die Abschnitte 534" und 534"A identisch, so daß sich Fehler nicht addieren können.

Fig. 19 zeigt eine entsprechende geänderte Zündwinkelberechnungsroutine für die Kommutierung mit Zündwinkelverschiebung, wobei in der beschriebenen bevorzugten Weise eine Kompensation der Magnetisierungsfehler des Rotors 39 stattfindet. Alle Teile, die bereits in Fig. 9 vorgekommen sind, erhalten die gleichen Bezugszeichen wie dort und werden deshalb nicht nochmals beschrieben. Der Leser wird auf die dortige Beschreibung verwiesen.

Im Schritt 268' werden anstatt der direkten Berechnung des Timerstartwerts t_{TI} (vgl. S268 in Fig. 9) zwei Variablen t_4 und t_3 zusätzlich verwendet, um die berechneten Timerstartwerte t_{TI} zwischenzuspeichern. Dem für die folgende Hallzeit t_{HN} verwendeten Timer Startwert t_{TI} wird der aus der Hall-Länge t_{HN-4} berechnete Timerstartwert t_4 zugeordnet.

Anschließend werden die berechneten Timerstartwerte verschoben, so daß sie für die nächste Zündwinkelberechnung in der richtigen Variablen stehen. Der Wert t_3 , der aus der Hall-Länge t_{HN-3} berechnet wurde, wird nach t_4 verschoben, und der in der aktuellen Zündwinkelberechnung berechnete Timer Startwert ($t_H - t_{ZW}$), wird in t_3 gespeichert. (Hierbei ist t_H die Hall-Länge t_{HN-2}).

Weiterhin ist der Schritt S267 neu eingefügt. Die Speichervariablen t_4 und t_3 werden beim Ausschalten der Zündwinkelverschiebung (in S266: SZW: = 0) auf den Wert 50.000 gesetzt, damit sie einen definierten Zustand haben.

Fig. 20 zeigt eine beispielhafte Hall-Interruptroutine für eine erfindungsgemäße Kommutierung ohne Zündwinkelverschiebung, wie sie in Fig. 4 dargestellt ist. Bei jedem Hall-Interrupt (Y in Fig. 4) wird das gerade ablaufende Programm unterbrochen, die sogenannte Umgebung des $\mu C 11$ (z.B. der Stapelzeiger [stack pointer] und die Register) wird abgespeichert, und die zu dem Interrupt gehörige Interrupt-Routine wird aufgerufen. Wenn die Interrupt-Routine abgearbeitet ist, gibt sie einen Befehl RETI (Return From Interrupt). Daraufhin wird die Umgebung des $\mu C 11$ so, wie sie vor dem Interrupt war, wieder hergestellt, und das unterbrochene Programm arbeitet weiter.

In diesem Ausführungsbeispiel wird für die Messung der Hall-Länge HL (Fig. 4) ebenfalls der 16 Bit-Timer CNT_HL verwendet, der, beginnend bei einem vorgegebenen Startwert, fortlaufend herunterzählt und beim Erreichen von 0, wenn die Zählung fortgesetzt wird, wieder auf seinen maximalen Wert springt, sich also wie ein Ringzähler verhält. Dieser Timer ist auch hier Bestandteil des μC 11. Die Hall-Länge HL kann hier z.B. für eine Drehzahlregelung verwendet werden.

In S702 wird die Ist-Hall-Länge HL (vgl. Fig. 4) bestimmt. Ein aktueller Timerwert t_E (Fig. 4) wird aus dem Timer CNT_HL ausgelesen, und durch die Subtraktion eines gespeicherten "alten" Timerwerts t_O (Fig. 4: Der Zeitpunkt des vorhergehenden Timer-Interrupts Y) wird die Hall-Länge HL berechnet. Hierzu wird $t_E - t_O$ berechnet und von dem Ergebnis das Zweierkomplement gebildet. So erhält man immer die korrekte Zählerdifferenz, falls der Zähler nicht mehr als die Hälfte seines maximalen Werts weitergelaufen ist.

Daraufhin wird der aktuelle Timerwert t_E in t_O gespeichert (S702). Die Auflösung des in diesem Ausführungsbeispiels verwendeten Timers CNT_HL ist $1\ \mu\text{s}$, die Hall-Länge HL liegt also in μs vor.

Ist z.B. $t_O = 45000$ und $t_E = 35000$, so erhält man eine Hall-Länge $HL = (45000 - 35000) = 10000$, was $10000\ \mu\text{s}$ entspricht.

In den folgenden Schritten wird die Kommutierung ausgeführt. In S704 wird geprüft, ob $HALL = 1$ (HIGH) ist. Ist $HALL = 1$, so wird in S710 OUT2 auf LOW gesetzt. Jetzt sind OUT1 und OUT2 auf LOW, und in S712 wird eine zeitliche Kommutierungslücke eingefügt, um bei der Kommutierung einen Kurzschluß in der Brückenschaltung 37 zu verhindern. Die Kommutierungslücke hat z.B. eine Dauer von $50\ \mu\text{s}$. In S714 wird OUT1 auf HIGH gesetzt. In S716 wird schließlich der Port Hall des μC 11 konfiguriert, bei welcher Flanke er einen Hall-Interrupt HALL_INT auslösen soll. Die Flanke kann entweder so eingestellt werden, daß bei dem Übergang HIGH nach LOW (fallende Flanke) ein Interrupt ausgelöst wird, oder aber bei dem Übergang von LOW nach HIGH (steigende Flanke). Da in dem Zweig S710 bis S716 das Hall-Signal auf HIGH ist, muß der Port HALL auf einen Interrupt bei fallender Flanke, also HIGH nach LOW eingestellt werden, damit beim nächsten Hall-Wechsel wieder ein Hall-Interrupt ausgelöst wird. Dies geschieht in S716.

Ist in S704 HALL = 0 (LOW), so geschieht in S720, S722, S724 analog die umgekehrte Kommutierung, und bei S726 das umgekehrte Setzen von HALL_INT. - In S730 wird die Hall-Interruptroutine gemäß Fig. 20 verlassen.

Fig. 21 zeigt schematisch den Ablauf der Kommutierung bei $n > 300$ U/min, z.B. bei 2.000 U/min, also mit Zündwinkelverschiebung.

Bei Fig. 21A ist das Rotorstellungssignal HALL dargestellt, das jeweils an den Stellen H_N , H_{N+1} , H_{N+2} einen rotorstellungsabhängigen Interrupt (Fig. 8) auslöst, also einen Hall-Interrupt, wie in Fig. 4 bei Y angegeben.

Beginnend beim Hall-Interrupt H_N wird durch den Timer CNT_HL die Zeit t_{TI} gemessen, die nach der Gleichung (6) aus den Werten t_{HN} und t_{ZW} berechnet wurde. Der Wert t_{ZW} kann, wie bereits angegeben, über den Bus 30 geändert werden.

Zum Zeitpunkt T_{N+1} erreicht der Timer CNT_HL den Wert 0 und löst eine Motorsteuerungs-Interruptroutine gemäß Fig. 10 aus, also einen Timer-Interrupt.

Gemäß S310 in Fig. 10 werden zum Zeitpunkt T_{N+1} die Signale OUT2 (Fig. 21B) und OUT1 (Fig. 21C) beide zu Null gemacht, d.h. die Wicklung 38 wird von der Stromzufuhr getrennt, und nach einer Kommutierungslücke t_G (bewirkt durch die Programmschritte S312, S314, S316) wird bei S322 das Signal OUT1 auf HIGH gesetzt, da HALL = 1 ist, während OUT2 auf LOW bleibt, wie im Schritt S310 gespeichert. OUT1 = HIGH bedeutet, daß in Fig. 1 die Transistoren 141 und 144 leitend werden.

Ebenso werden zum Zeitpunkt T_{N+2} durch den Schritt S310 der Routine gemäß Fig. 10 die beiden Signale OUT1 und OUT2 auf LOW gesetzt, und anschließend wird nach der Kommutierungslücke t_G der Wert OUT2 auf HIGH gesetzt, da HALL = 0 ist, vgl. die Schritte S318, S322 der Fig. 10, während der Wert OUT1 den Wert LOW beibehält, der im Schritt S310 gespeichert wurde. Dadurch werden in Fig. 1 die Transistoren 142 und 143 leitend.

Fig. 22 zeigt unten das Signal HALL, und oben den Strom i_M (Fig. 1) in der einzigen Statorwicklung 38. Bei Fig. 22 ist die Zündwinkelverschiebung

ausgeschaltet, d.h. $t_{ZW} = 0$. Man erkennt, daß sich nach einer Kommutierung zum Zeitpunkt H_N (Änderung des Signals HALL) der Strom i_M nur langsam ändert. Er erreicht deshalb in diesem Fall nur eine niedrige Amplitude, d.h. der Motor M erzeugt nur eine niedrige Leistung.

Fig. 23 zeigt wieder unten das Signal HALL, und darüber den Strom i_M (Fig. 1), aber mit verfrühter Kommutierung ("Frühzündung"), d.h. der Strom i_M wird um die Zeit t_{ZW} früher als der Hallwechsel H_N kommutiert. Man erkennt deutlich, daß sich der Strom i_M nach der Kommutierung sofort sehr rasch ändert und eine wesentlich höhere Amplitude erreicht als bei Fig. 22, d.h. der Motor M erzeugt in diesem Fall eine höhere Leistung und kann deshalb eine höhere Drehzahl erreichen. Die Kommutierung liegt bei Fig. 23 etwa 15° el. vor einem Wechsel des Signals HALL.

Es folgt eine Tabelle mit typischen Beispielen für die Werte der verwendeten Bauteile:

Kondensatoren:

135	1,5 nF
127, 152	10 nF
99, 110, 166, 167	33 nF
154	100 nF
Tantalkondensator 124	3,3 μ F

Widerstände:

140	3 Ω
162, 163	47 Ω
153, 155	1 k Ω
133, 136	2,2 k Ω
106	3,3 k Ω
164, 165	4,7 k Ω
123, 131, 132	10 k Ω
172, 173	22 k Ω
114, 126	33 k Ω
134	47 k Ω
101, 112, 128, 169	100 k Ω
npn-Transistor 150	BC846
pnp-Transistor 168	BC856B
Komparatoren 108, 120, 130	LM2901D
Hallsensors 40	HW101A
EEPROM 26	2-Wire Serial CMOS EEPROM
AT24C01A (ATMEL)	
Mikrocontroller 11	COP842CJ (Nat. Semicond.)

Patentansprüche

1. Elektronisch kommutierter Motor mit einem Stator, einem Rotor (39), und mit einem zur Steuerung der Kommutierung des Motors dienenden programmgesteuerten Mikroprozessor oder Mikrocontroller (11), im folgenden Mikroprozessor genannt,
mit einer Vorrichtung zur Erfassung einer der Drehzahl des Rotors (39) im wesentlichen umgekehrt proportionalen Zeitgröße (t_H),
mit einer Vorrichtung zur Berechnung einer von dieser Zeitgröße (t_H) abhängigen Zeit (t_{TI}),
mit einer Vorrichtung zur Auslösung einer Motorsteuerungs-Interruptroutine (Fig. 10) in einem zeitlichen Abstand (t_{TI}) von einer vorgegebenen Rotorstellung, welcher Abstand der von der erfaßten Zeitgröße (t_H) abhängigen Zeit (t_{TI}) entspricht,
wobei diese Motorsteuerungs-Interruptroutine Programmschritte (S310, S318, S320, S322) zum Bewirken einer Kommutierung des Motors enthält.
2. Motor nach Anspruch 1, bei welchem die Motorsteuerungs-Interruptroutine (Fig. 10) Programmschritte (S304, S306) enthält, welche das Bewirken einer Kommutierung verhindern, wenn die von der erfaßten Zeitgröße abhängige Zeit (t_{TI}) größer ist als eine Zeitspanne (t_H), die der Rotor (39) aktuell zum Durchlaufen eines vorgegebenen Winkelwegs benötigt.
3. Motor nach Anspruch 2, mit einer Vorrichtung, welche an vorgegebenen Rotorstellungen eine rotorstellungsabhängige Interruptroutine (Fig. 8) auslöst.
4. Motor nach Anspruch 3, bei welchem zur Erfassung der der Drehzahl des Rotors im wesentlichen umgekehrt proportionalen Zeitgröße ein von den rotorstellungsabhängigen Interruptroutinen (Fig. 8) steuerbarer Timer (CNT_HL) vorgesehen ist.
5. Motor nach Anspruch 4, bei welchem der Timer (CNT_HL) auch zur Auslösung einer Motorsteuerungs-Interruptroutine (Fig. 10) ausgebildet ist.
6. Motor nach Anspruch 5, bei welchem der Timer (CNT_HL) während eines rotorstellungsabhängigen Interrupts (Fig. 8) mit einem ersten vorgegebenen

Zählwert (t_B) ladbar ist, welcher dem von der erfaßten Zeitgröße (t_H) abhängigen zeitlichen Abstand (t_{TI}) entspricht, und welcher nach Zählen dieses ersten vorgegebenen Zählwerts einen Motorsteuerungs-Interrupt (Fig. 10) bewirkt.

7. Motor nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem ein rotorstellungsabhängiger Interrupt (Fig. 8) eine höhere Priorität hat als ein Motorsteuerungs-Interrupt (Fig. 10).
8. Motor nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 7, bei welchem der Timer (CNT_HL) während eines Motorsteuerungs-Interrupts (Fig. 10: S302) mit einem vorgegebenen Zählwert (t_{AR}) ladbar ist, und im Anschluß an diesen Ladevorgang eine Zählung bis zum nächsten rotorstellungsabhängigen Interrupt (Fig. 8) erfolgt, um durch Bildung der Differenz zwischen dem vorgegebenen Zählwert (t_{AR}) und dem Zählerstand (t_E) bei Erreichen des nächsten rotorstellungsabhängigen Interrupts (Fig. 8) einen zeitlichen Abstand (Fig. 7A: t_1) zwischen diesen Interruptvorgängen zu ermitteln.
9. Motor nach Anspruch 8, bei welchem zum Laden des vorgegebenen Zählwerts (t_{AR}) ein Autoreload-Register (AR) vorgesehen ist, welches den ersten vorgegebenen Zählwert (t_{TI}) speichert und dem Timer (CNT_HL) während des Motorsteuerungs-Interrupts (Fig. 10) als vorgegebenen Zählwert zuführt.
10. Verfahren zur drehzahlabhängigen Kommutierung eines elektronisch kommutierten Motors, welcher einen Stator und einen Rotor aufweist, ferner einen zur Steuerung seiner Kommutierung dienenden programmgesteuerten Mikroprozessor oder Mikrocontroller, im folgenden Mikroprozessor genannt, mit folgenden Schritten:
 - a) eine zur Drehzahl des Rotors im wesentlichen umgekehrt proportionale Zeitgröße (t_H) wird ermittelt;
 - b) aus dieser Zeitgröße (t_H) wird nach einer vorgegebenen Rechenregel ein Zahlenwert (t_{TI}) errechnet;
 - c) beginnend bei einer vorgegebenen ersten Rotorstellung wird eine diesem errechneten Zahlenwert entsprechende erste Zeit gemessen;
 - d) nach Ablauf dieser ersten Zeit wird eine Kommutierung (T_n) ausgelöst;

- e) im Anschluß hieran wird bis zum Erreichen einer vorgegebenen zweiten Rotorstellung eine zweite Zeit (t_1) gemessen;
 - f) erste und zweite Zeit werden addiert, und ihre Summe wird, ggf. durch mindestens einen Korrekturfaktor korrigiert, als eine zur Drehzahl des Motors im wesentlichen umgekehrt proportionale Zeitgröße (t_H) verwendet.
11. Verfahren nach Anspruch 10, bei welchem die vorgegebene Rechenregel einen Subtraktionsschritt aufweist, bei welchem von der zur Drehzahl des Rotors im wesentlichen umgekehrt proportionalen Zeitgröße (t_H) eine vorgegebene Zeit (t_{ZW}) subtrahiert wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, bei welchem dann, wenn die dem errechneten Zahlenwert (t_{TI}) entsprechende erste Zeit größer ist als der zeitliche Abstand zwischen der vorgegebenen ersten Rotorstellung und der vorgegebenen zweiten Rotorstellung, der zeitliche Abstand zwischen diesen beiden Rotorstellungen direkt erfaßt und als eine zur Drehzahl des Motors im wesentlichen umgekehrt proportionale Zeitgröße (t_H) verwendet wird (S256).
13. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 12, bei welchem die zur Drehzahl des Motors im wesentlichen umgekehrt proportionale Zeitgröße (t_H) mit einem einer Mindestdrehzahl entsprechenden vorgegebenen Wert (t_{SZW}) verglichen wird (Fig. 9: S264), ein dem Vergleichsresultat entsprechender logischer Wert (SZW) zwischengespeichert wird (Fig. 9: S266), und bei einem vorgegebenen Wert dieses logischen Werts (SZW) die nach Ablauf der ersten Zeit (t_{TI}) erfolgende Auslösung einer Kommutierung unterdrückt wird (Fig. 10: S304, S306).
14. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 13, bei welchem bei Erreichen einer vorgegebenen Rotorstellung ein rotorstellungsabhängiger Interrupt mit einer Interruptroutine (Fig. 8A, 8B) ausgeführt wird, zu deren Beginn ein zur Zeitmessung dienender Timer (CNT_HL) angehalten (S202) und sein augenblicklicher Wert in einer Variablen (t_E) gespeichert wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, bei welchem in der rotorstellungsabhängigen Interruptroutine der zur Zeitmessung dienende Timer (CNT_HL) zeitlich nach

seinem Anhalten (S202) mit einem zuvor nach der vorgegebenen Rechenregel berechneten Zahlenwert (t_{TI}) geladen und dann gestartet wird (Fig. 8B: S238).

16. Verfahren nach Anspruch 14 und 15, bei welchem die Zeitspanne zwischen dem Anhalten des zur Zeitmessung dienenden Timers (CNT_HL) und seinem Starten als Korrekturfaktor (t_{CORR}) verwendet wird, wenn die zur Drehzahl des Motors im wesentlichen umgekehrt proportionale Zeitgröße (t_H) ermittelt wird.
17. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 16, bei welchem die dem errechneten Zahlenwert (t_{TI}) entsprechende erste Zeit, welche ab einer vorgegebenen ersten Rotorstellung gemessen wird, aus einer der Drehzahl des Rotors im wesentlichen umgekehrt proportionalen Zeitgröße errechnet wird, welche etwa eine Rotorumdrehung vor dem Zeitpunkt ermittelt wurde, an dem die aktuelle Messung der ersten Zeit erfolgt (Fig. 18: 542, 544, 546).
18. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 17, bei welchem mindestens ein nicht zeitkritischer Verfahrensschritt als Unteroutine (Fig. 9) ausgebildet ist, welche im Programmablauf aufgerufen wird, wenn Prozessorzeit verfügbar ist (Fig. 15).
19. Verfahren nach Anspruch 18, bei welchem die Berechnung der zur Drehzahl des Motors im wesentlichen umgekehrt proportionalen Zeitgröße (t_H) und die Berechnung des der Messung der ersten Zeit zugrundeliegenden Zahlenwerts (t_{TI}) in einer solchen Unteroutine (Fig. 9) erfolgen.
20. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 19, bei welchem mindestens ein für Berechnungen erforderlicher Parameter (t_{ZW}) aus einem dem Motor zugeordneten nichtflüchtigen Speicher (26) in ein RAM (25) des Mikroprozessors (11) geladen wird.
21. Verfahren nach Anspruch 20, bei welchem dem nichtflüchtigen Speicher (26) ein Bus (30) zugeordnet ist, über welchen mindestens ein Parameter im nichtflüchtigen Speicher (26) veränderbar ist.
22. Elektronisch kommutierter Motor mit einem Stator, einem Rotor (39), und mit

einem zur Steuerung der Kommutierung des Motors (M) dienenden programmgesteuerten Mikroprozessor oder Mikrocontroller (11), im folgenden Mikroprozessor genannt, wobei bei mindestens einer vorgegebenen Rotorstellung ein Timer (CNT_HL) mit einem vorgegebenen Startwert (t_{TI}) gestartet wird, welcher Timer (CNT_HL) nach Ablauf einer von dem Startwert (t_{TI}) abhängigen Zeit einen Interrupt (Fig. 10) im Programm des Mikroprozessors (11) auslöst, während dessen eine Kommutierung (Fig. 10: S318, S320, S322) des Motors (M) erfolgt.

23. Motor nach Anspruch 22, bei welchem der Startwert (t_{TI}) des Timers (CNT_HL) eine Funktion einer drehzahlabhängigen Zeit (t_H) ist, die der Rotor (39) in einem dieser Kommutierung vorausgehenden Zeitbereich für seine Drehung um einen vorgegebenen Drehwinkel benötigt hat.
24. Motor nach Anspruch 23, bei welchem zur Berechnung des Startwerts (t_{TI}) eine vorgegebene Zeit (t_{ZW}) von der drehzahlabhängigen Zeit (t_H) subtrahiert wird.
25. Verfahren zur Bestimmung einer drehzahlabhängigen Größe bei einem elektronisch kommutierten Motor (M), welcher einen Stator, einen permanentmagnetischen Rotor (39), einen von diesem Rotor gesteuerten galvanomagnetischen Sensor (40), einen Mikroprozessor oder Mikrocontroller (11), im folgenden Mikroprozessor genannt, ein diesem Mikroprozessor zugeordnetes Steuerprogramm, und einen Timer (CNT_HL) aufweist, mit folgenden Schritten:
 - a) Das Ausgangssignal des galvanomagnetischen Sensors (40) wird in ein rechteckförmiges Signal (HALL) umgeformt;
 - b) vorgegebene Signaländerungen des rechteckförmigen Signals (HALL) werden vom Mikroprozessor erfaßt und durch das Steuerprogramm jeweils in einen rotorstellungsabhängigen Interrupt (Fig. 4: Y) umgesetzt;
 - c) bei einem rotorstellungsabhängigen Interrupt (Y) wird ein erster Zählerstand (Fig. 4: t_0) des Timers festgehalten;
 - d) bei einem darauffolgenden rotorstellungsabhängigen Interrupt (Y) wird ein zweiter Zählerstand (t_E) des Timers festgehalten;
 - e) aus der Differenz der beiden Zählerstände (t_0 , t_E) wird als drehzahlabhängige Größe ein Wert (Fig. 4: HL) ermittelt, welcher der Zeit

entspricht, die der Rotor (39) für das Durchlaufen eines vorgegebenen Drehwinkels benötigt (Fig. 4, Fig. 20).

26. Elektronisch kommutierter Motor (M) mit einem Stator (38), einem Rotor (39),
und mit einem zur Steuerung der Kommutierung des Motors (M) dienenden programmgesteuerten Mikroprozessor oder Mikrocontroller (11), im folgenden Mikroprozessor genannt, mit einem Rotorlagegeber (40, 41), dessen Ausgangssignal zwecks Auswertung durch den Mikroprozessor (11) einem interruptfähigen Eingang dieses Mikroprozessors zugeführt und in diesem verarbeitet wird,
um an mindestens einem Ausgang des Mikroprozessors ein gegenüber dem Signal des Rotorlagegebers (40, 41) um eine Verschiebungszeit verschobenes Steuerungssignal (OUT1, OUT2) zur Kommutierung des Motors zu liefern, wobei die Dauer der Verschiebungszeit eine vorgegebene Funktion der Drehzahl ist.
27. Elektronisch kommutierter Motor (M) nach Anspruch 26, bei welchem der Mikrocontroller (11) mindestens einen interruptfähigen Timer (CNT_HL) aufweist, mit dessen Hilfe der mindestens eine zur Ausgabe des Steuerungssignals dienende Ausgang des Mikroprozessors beeinflusst wird.
28. Elektronisch kommutierter Motor (M) nach Anspruch 27, bei welchem der Timer (CNT_HL) bei einem bestimmten Zustand automatisch mit einem Wert (t_AR) nachgeladen und erneut gestartet wird.
29. Elektronisch kommutierter Motor (M) nach Anspruch 26 oder 27, bei welchem der Mikroprozessor bei jedem Wechsel des Signals (HALL) des Rotorlagegebers (40, 41) einen Interrupt auslöst, und bei welchem Motor der Timer (CNT_HL) und die Interrupts zur Messung der HALL-Länge (HL) verwendet werden.

1/24

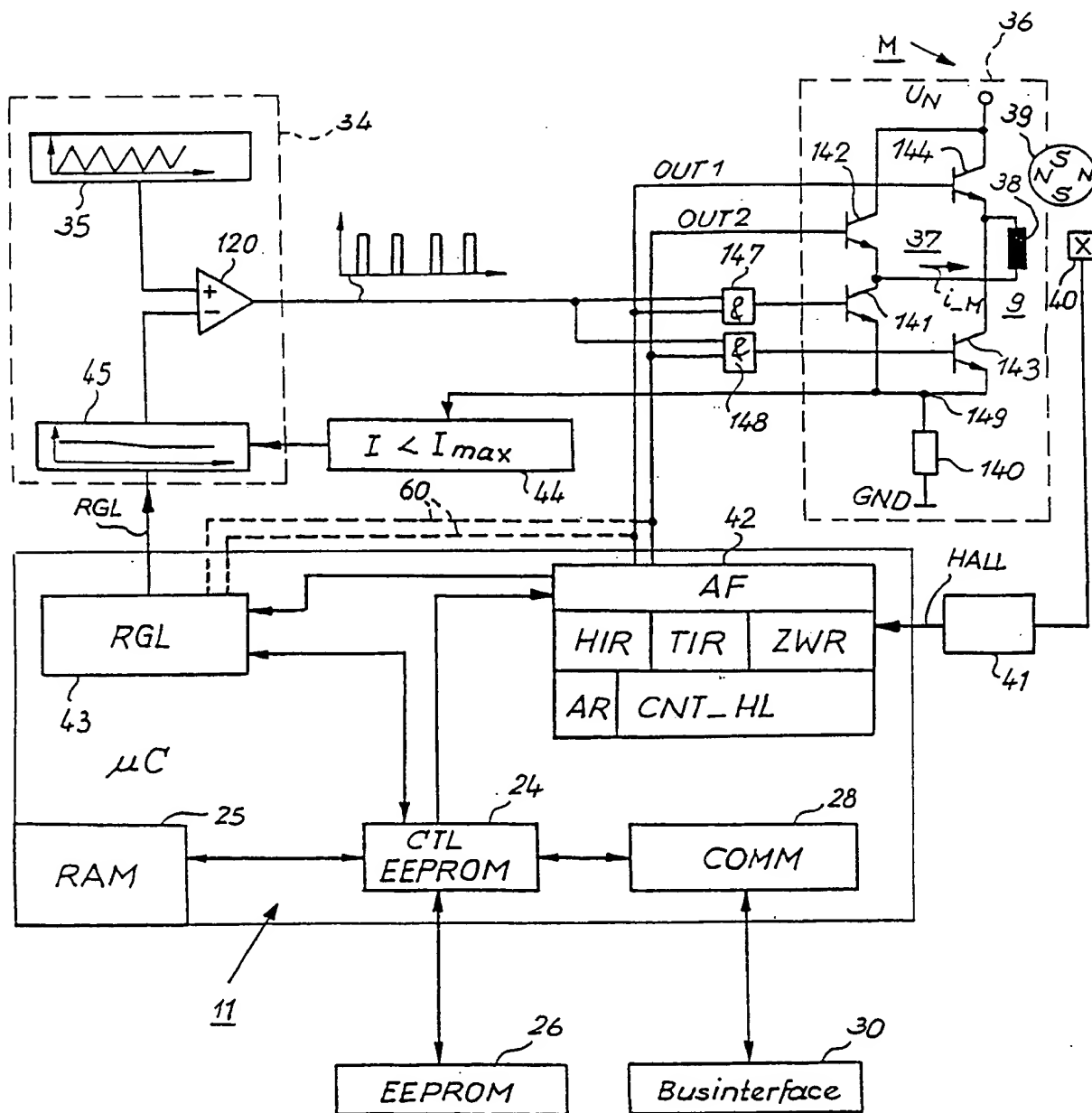


Fig. 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

2/24

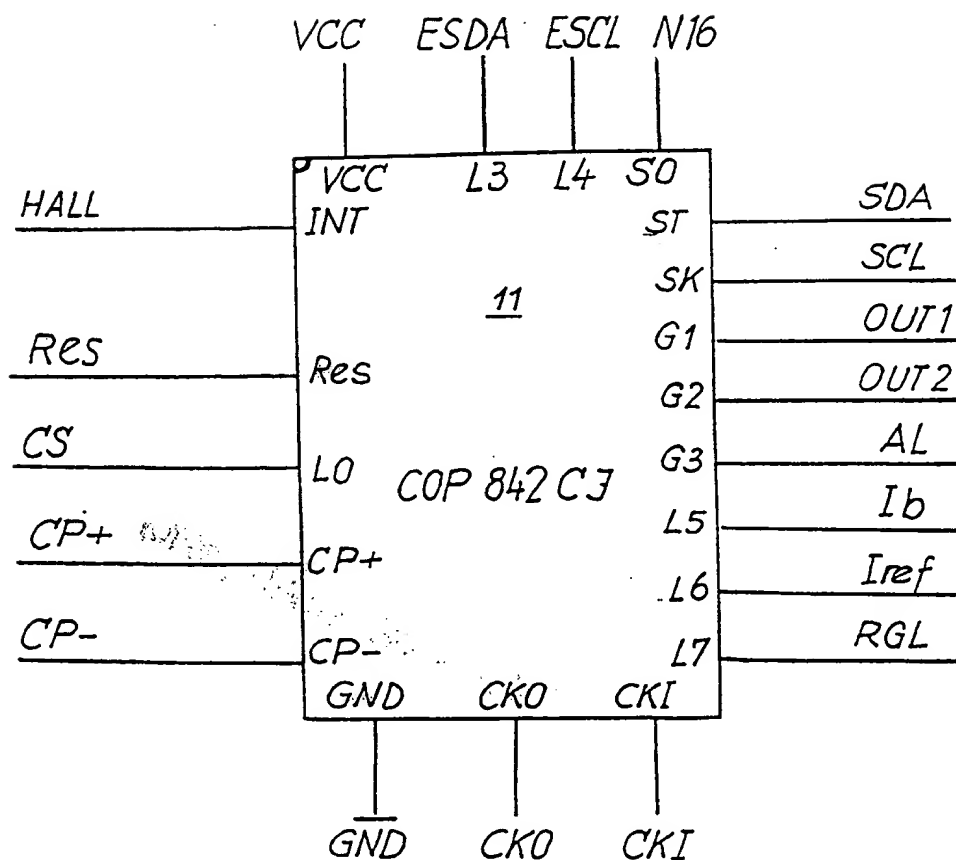


Fig. 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

3/24

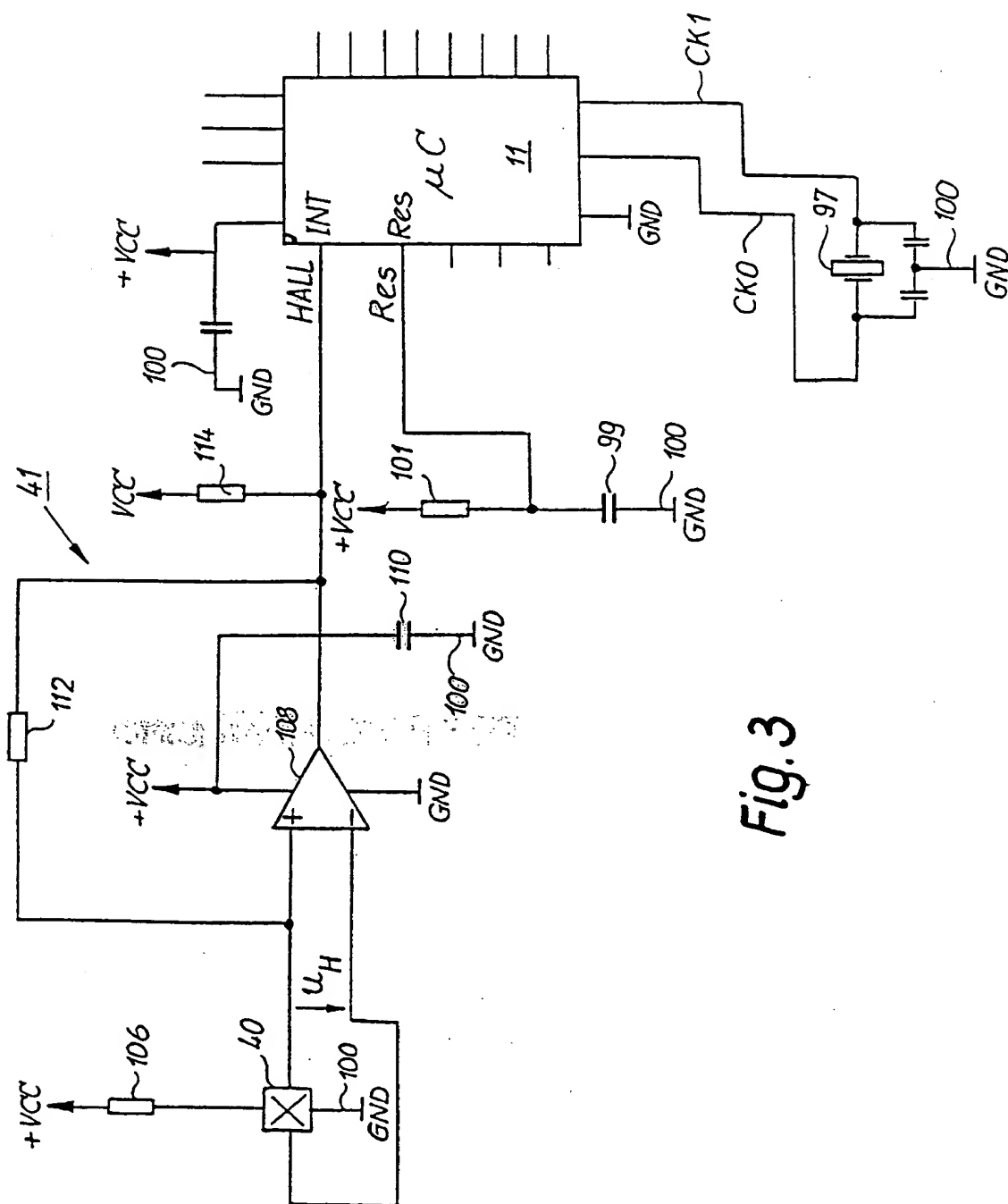


Fig. 3

THIS PAGE BLANK (USPTO)

4/24

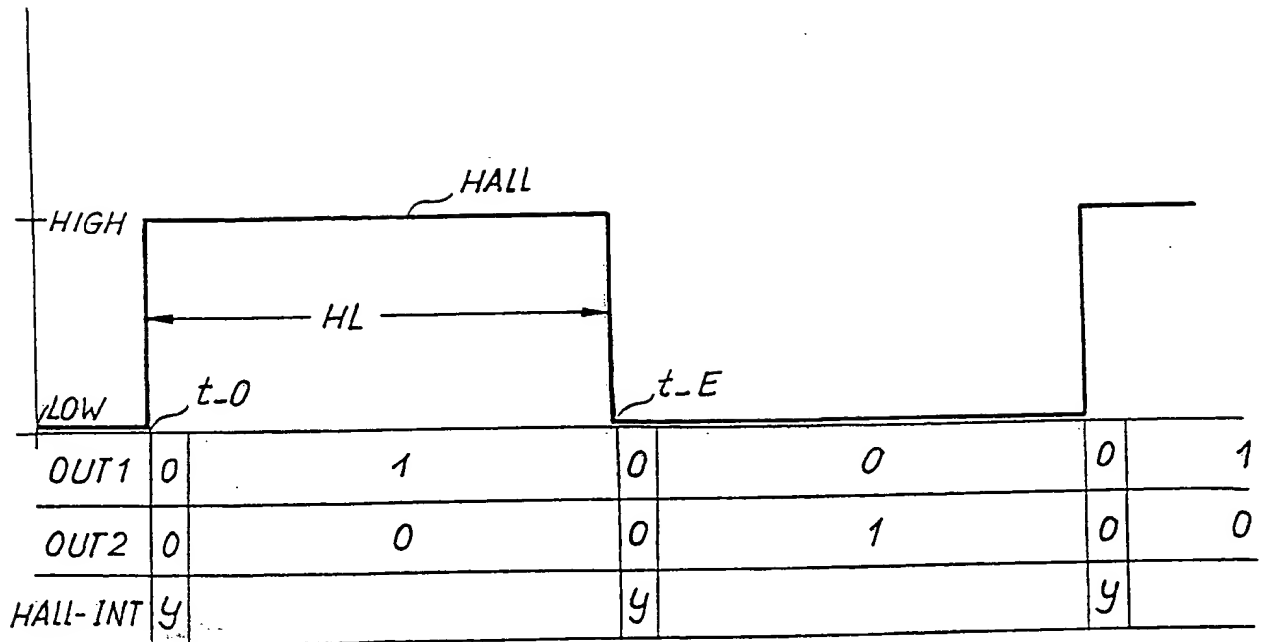


Fig. 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)

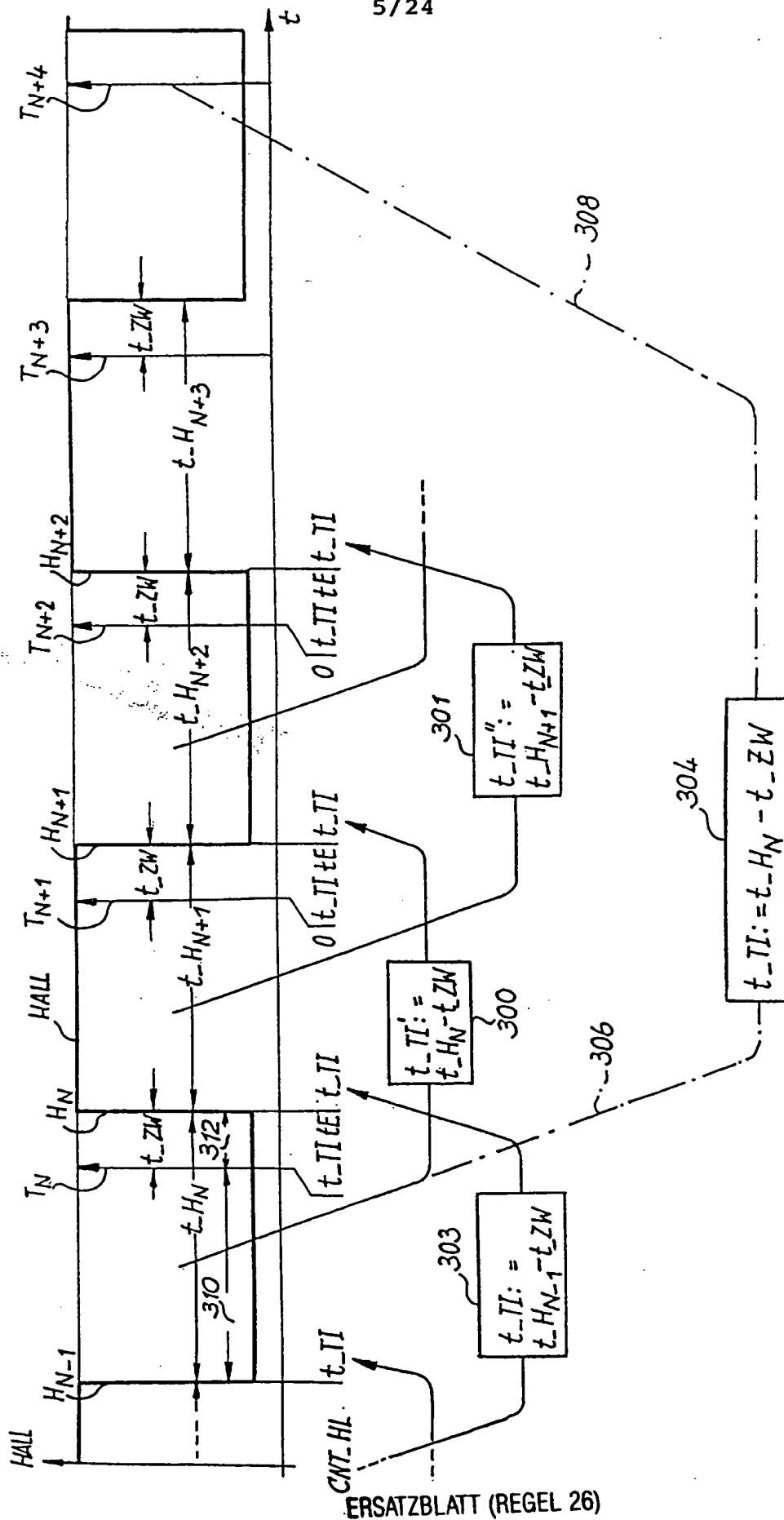


Fig. 5

THIS PAGE BLANK (USPTO)

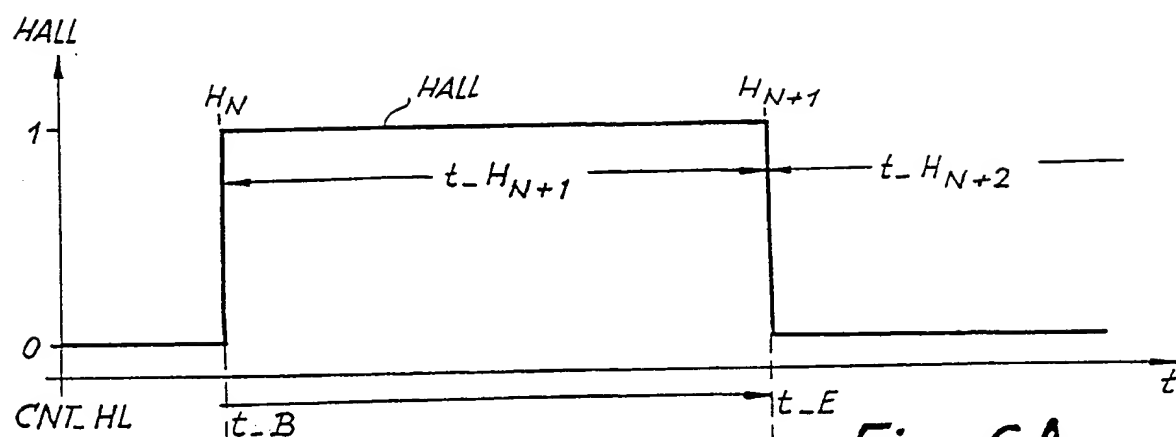


Fig. 6A

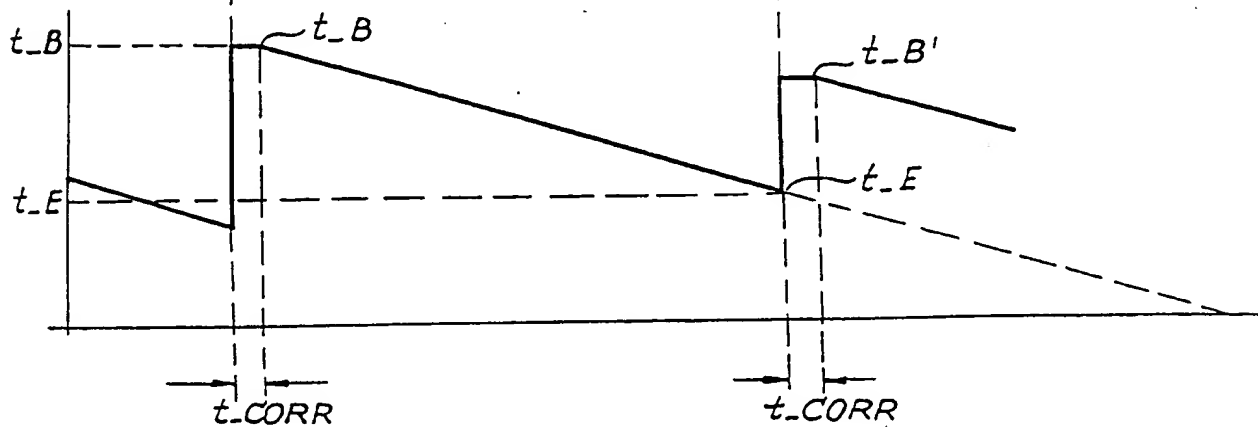


Fig. 6B

THIS PAGE BLANK (USPTO)

7/24

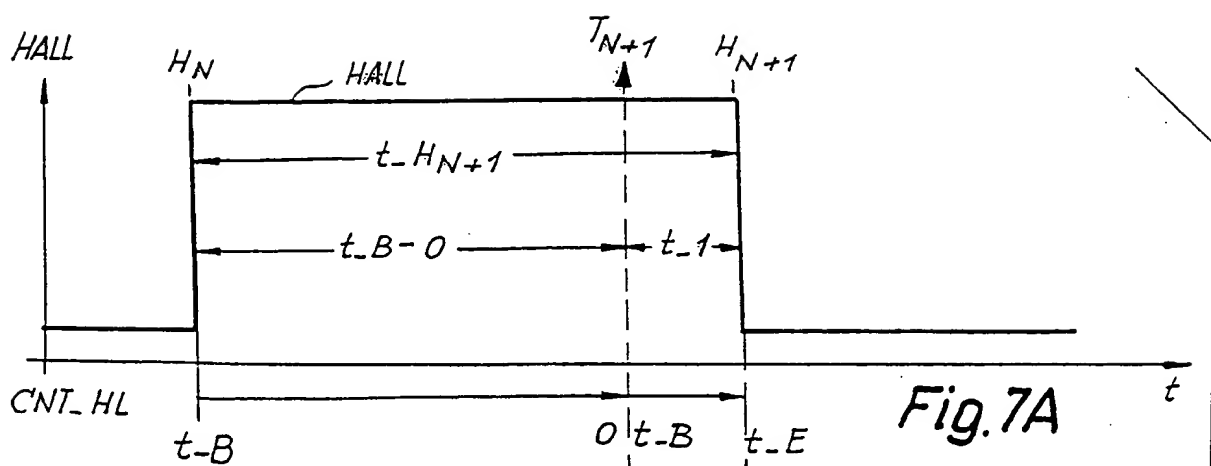


Fig. 7A

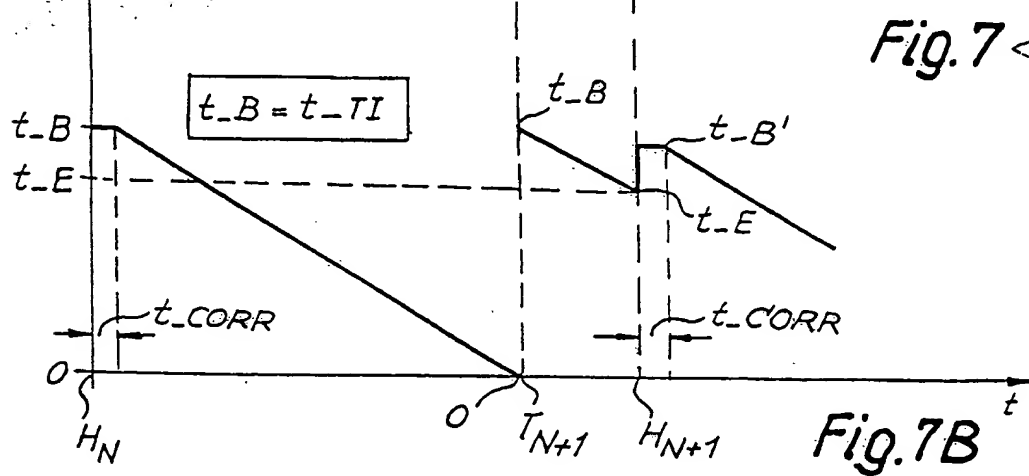


Fig. 7

Fig. 7B

THIS PAGE BLANK (USPTO)

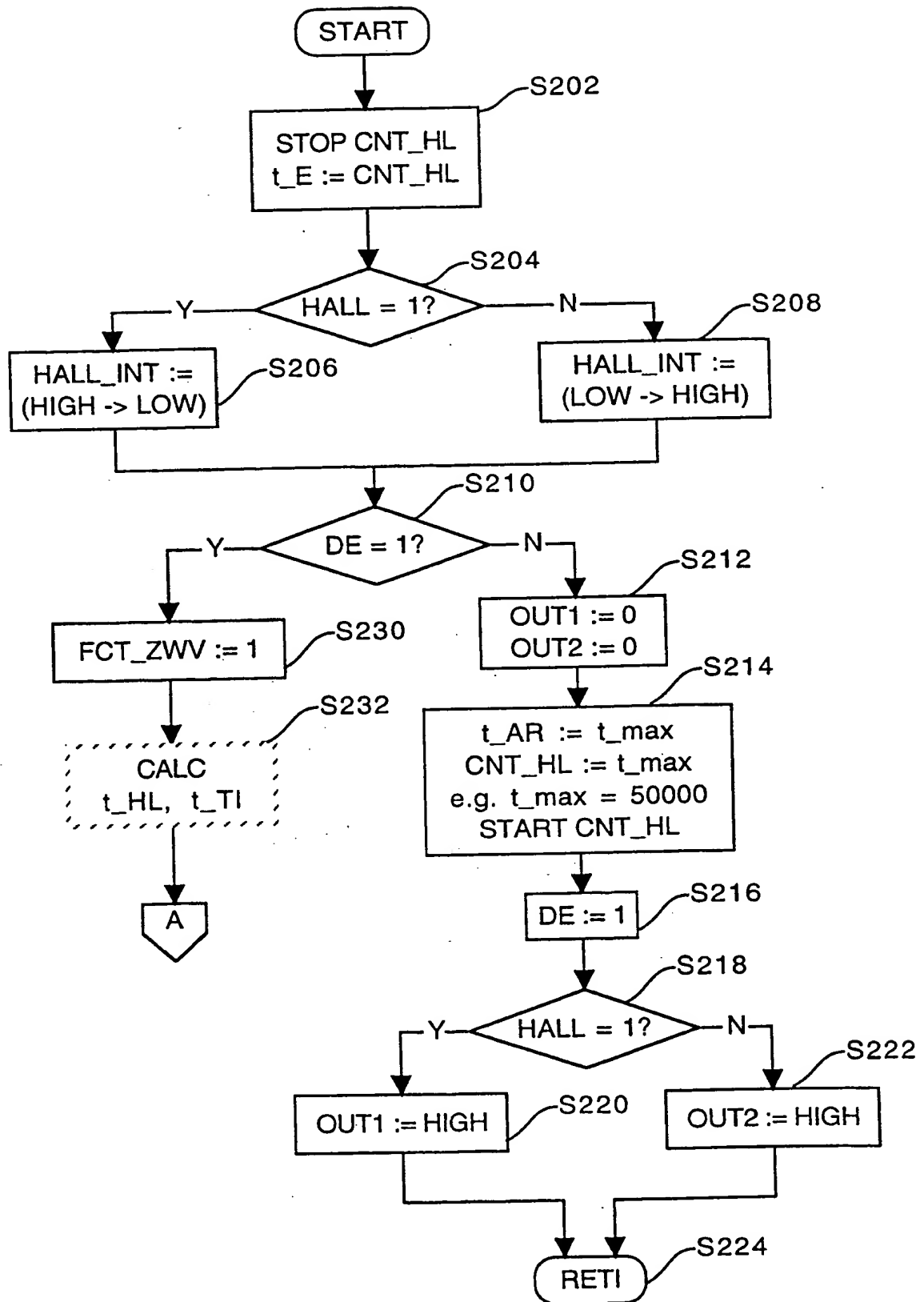


Fig. 8A
ERSATZBLATT (REGEL 26)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

9/24

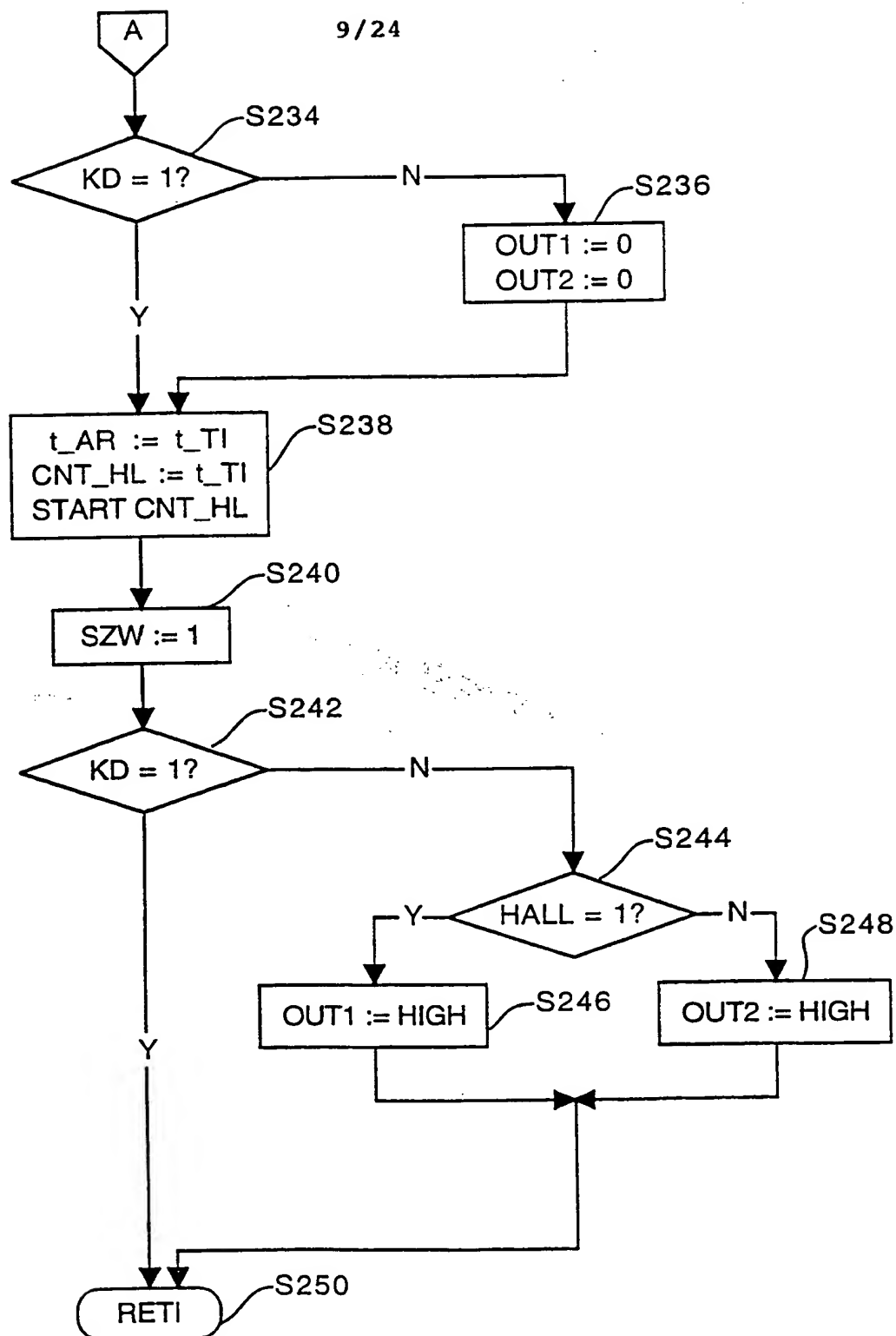


Fig. 8B

THIS PAGE BLANK (USPTO)

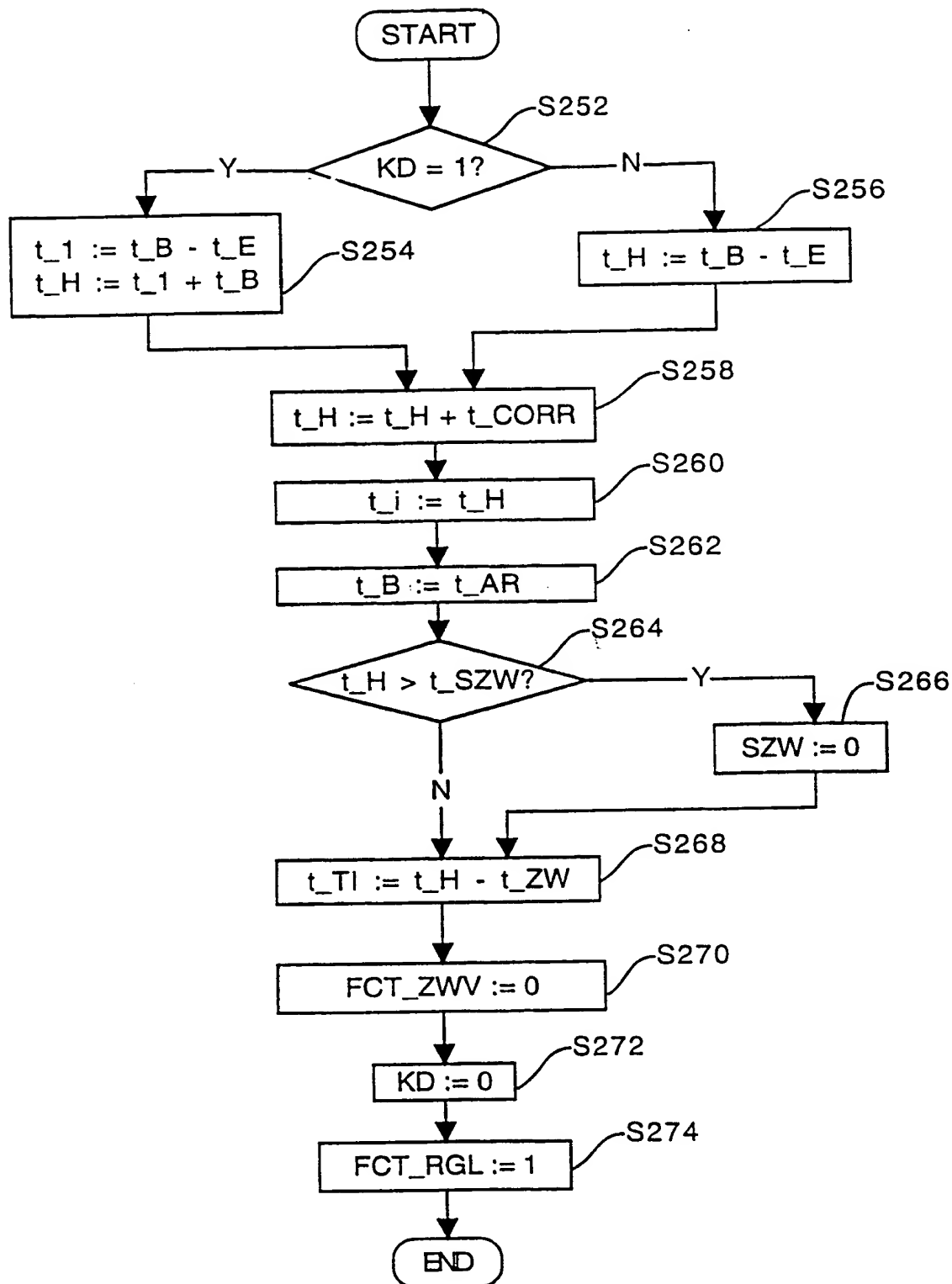


Fig. 9

THIS PAGE BLANK (USPTO)

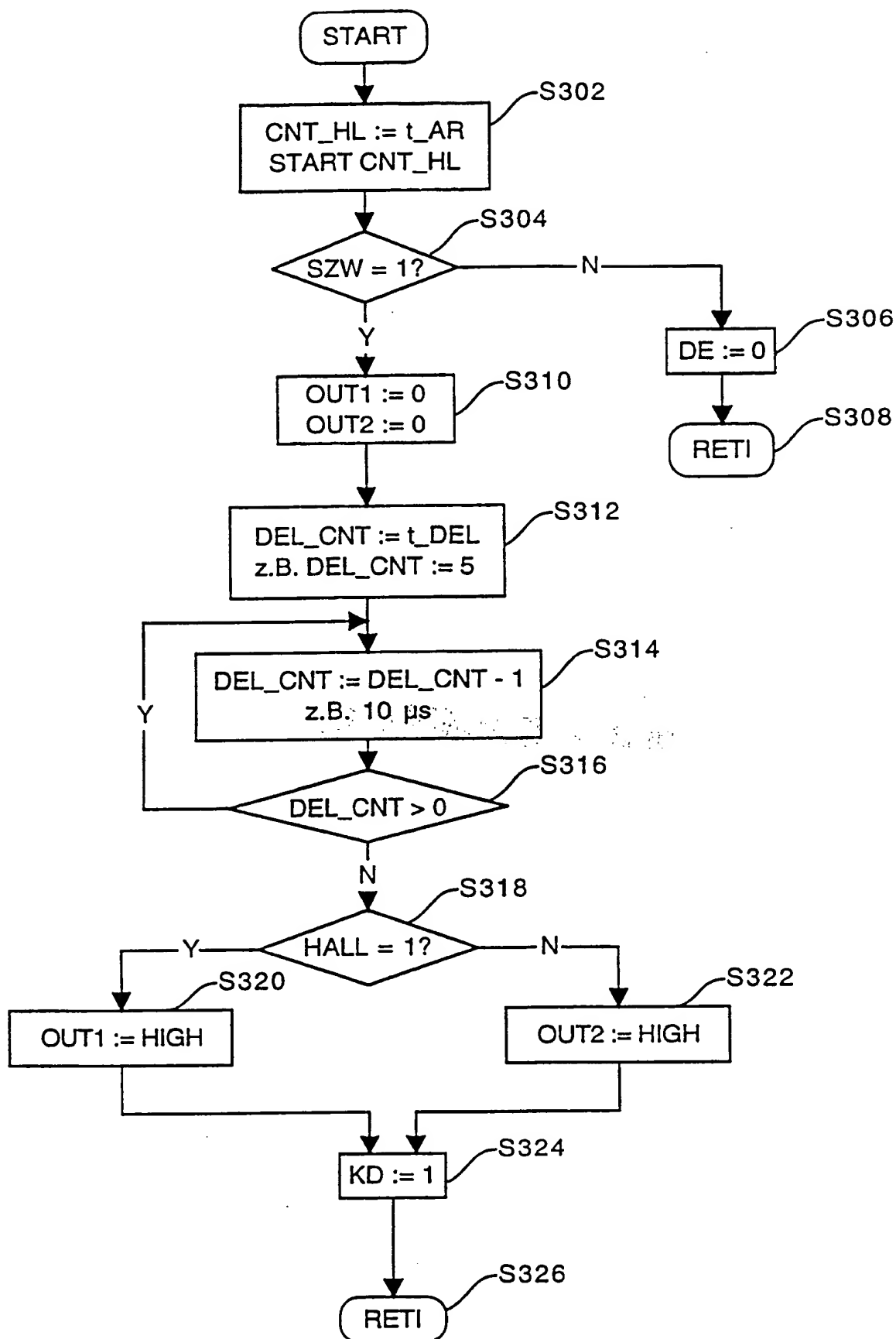


Fig. 10

THIS PAGE BLANK (USPTO)

12/24

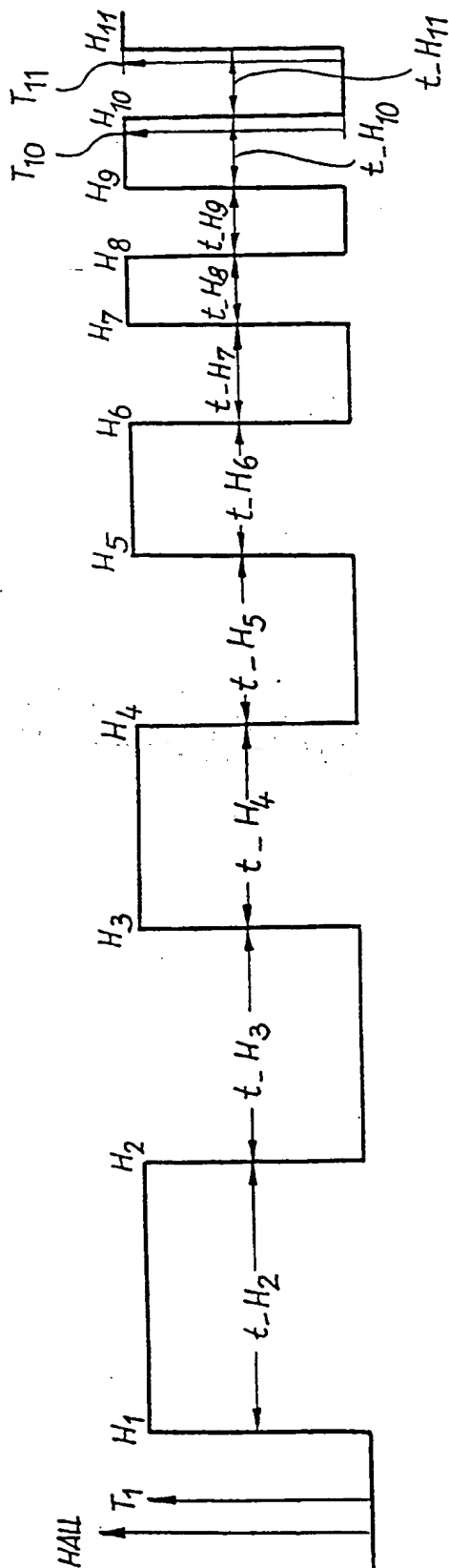


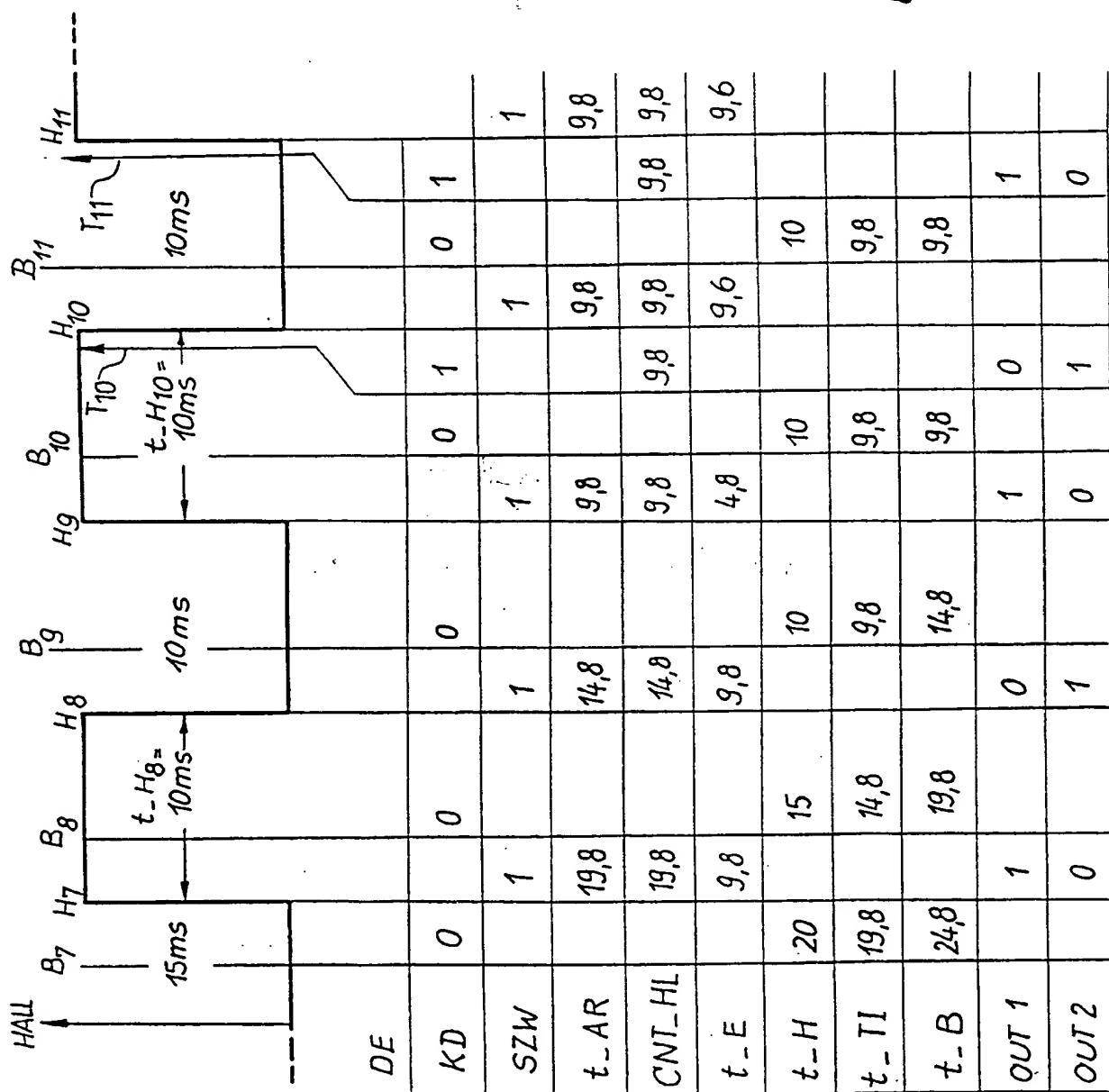
Fig. 11

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

14/24

Fig. 12 B



THIS PAGE BLANK (USPTO)

15/24

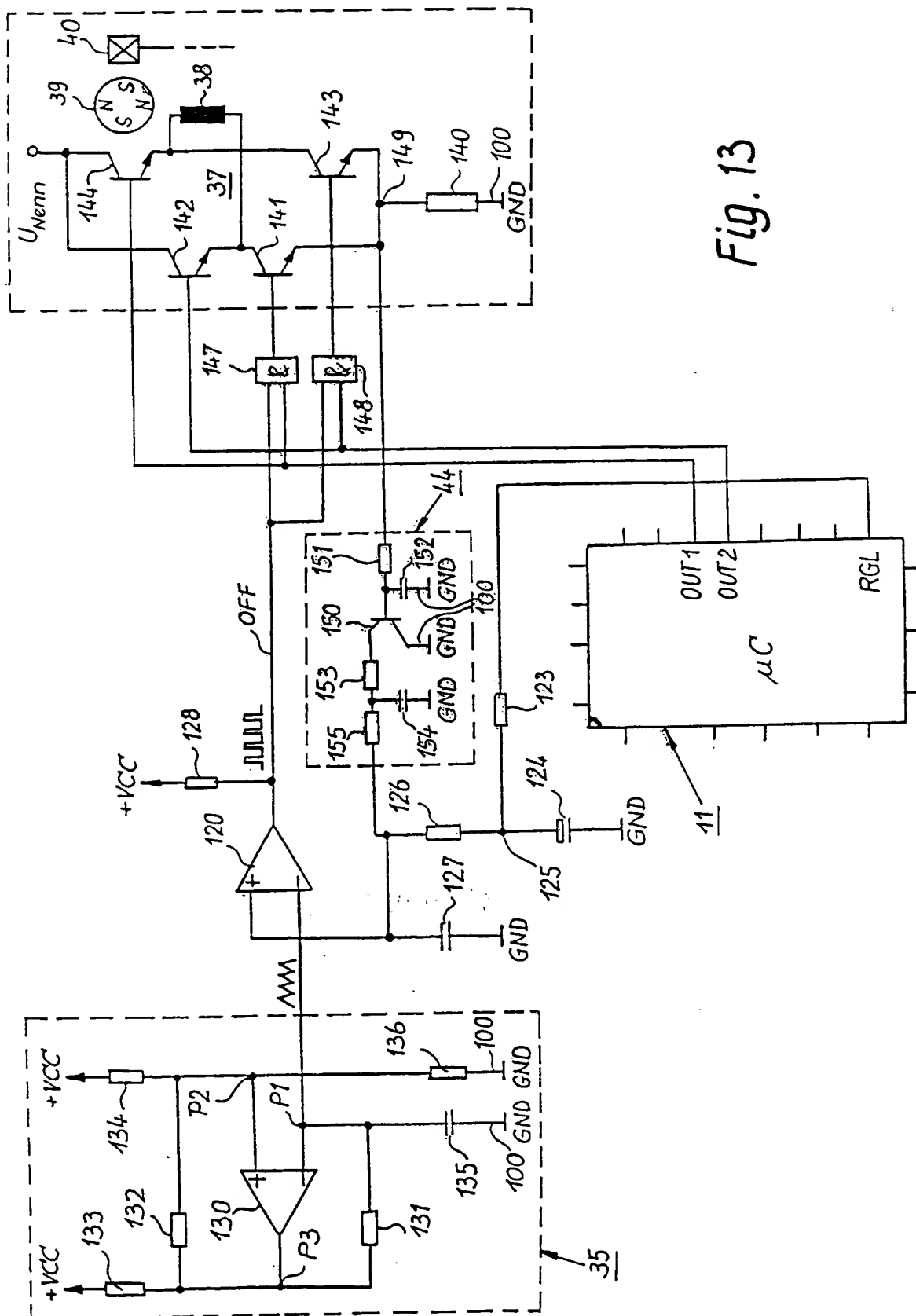


Fig. 13

THIS PAGE BLANK (USPTO)

16/24

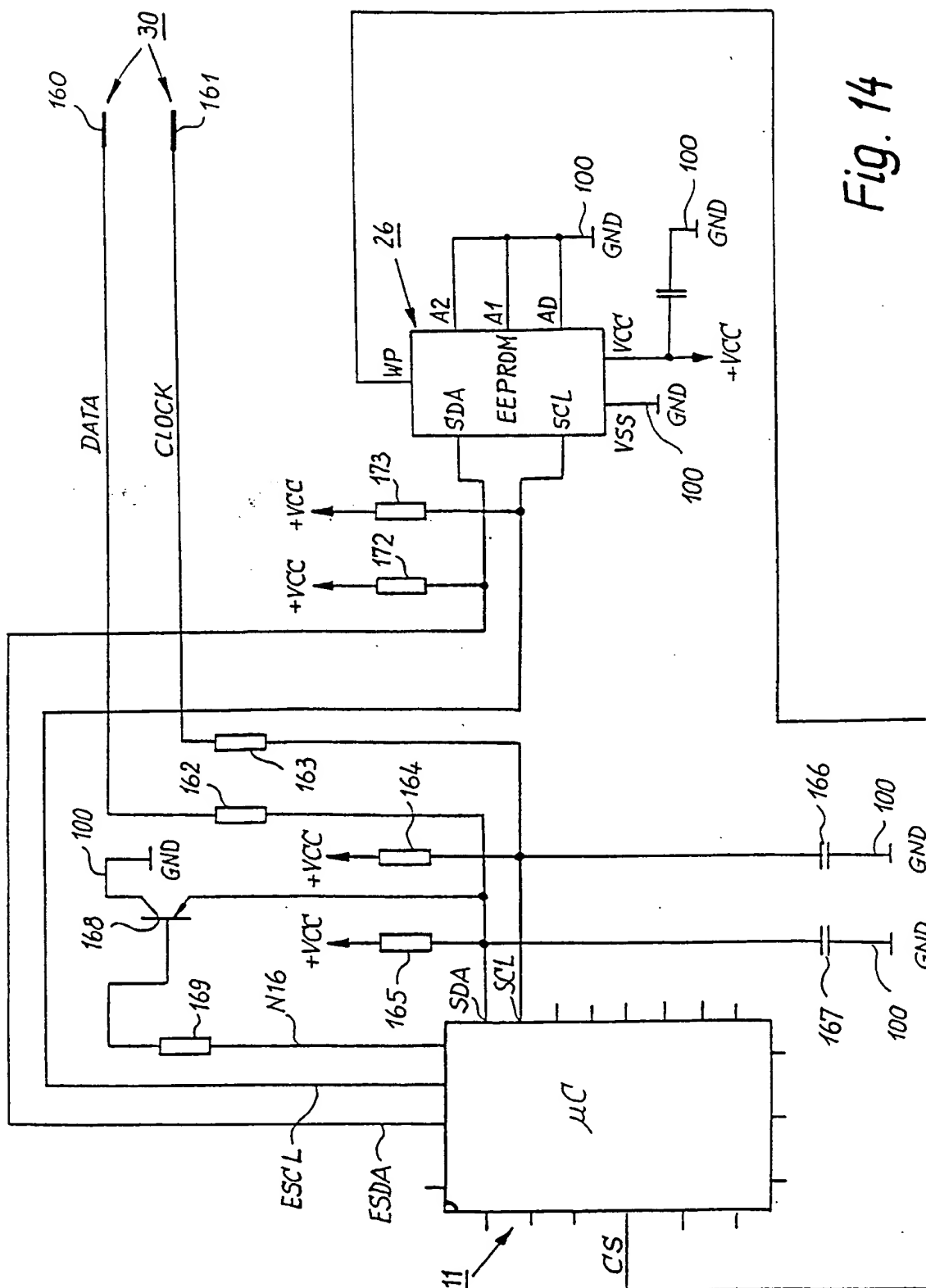


Fig. 14

THIS PAGE BLANK (USPTO)

17/24

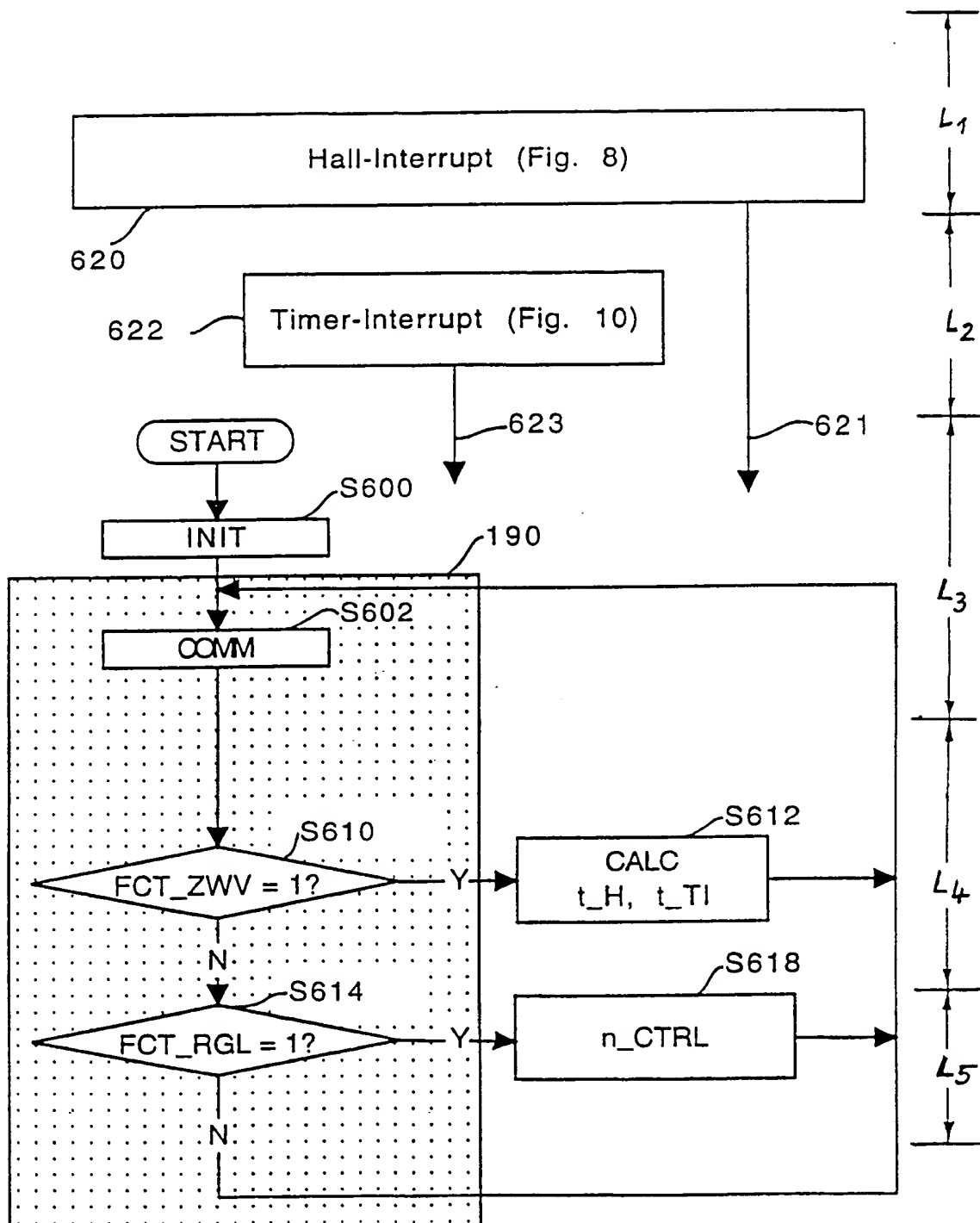


Fig. 15

THIS PAGE BLANK (USPTO)

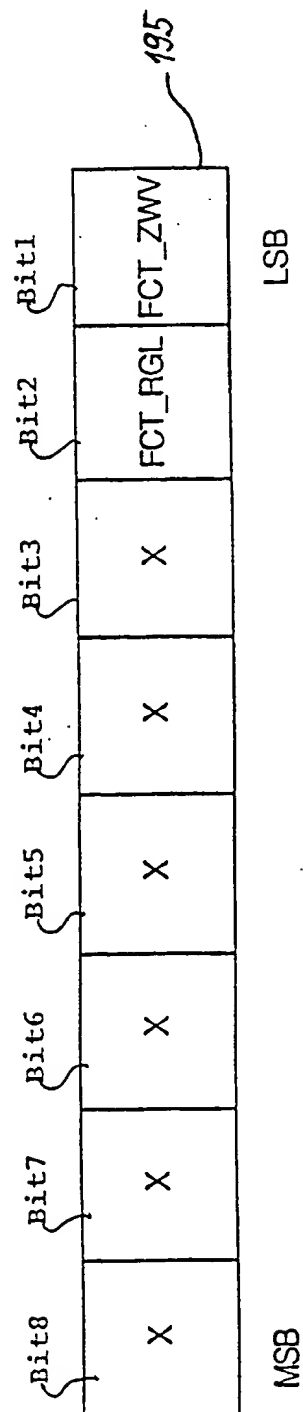
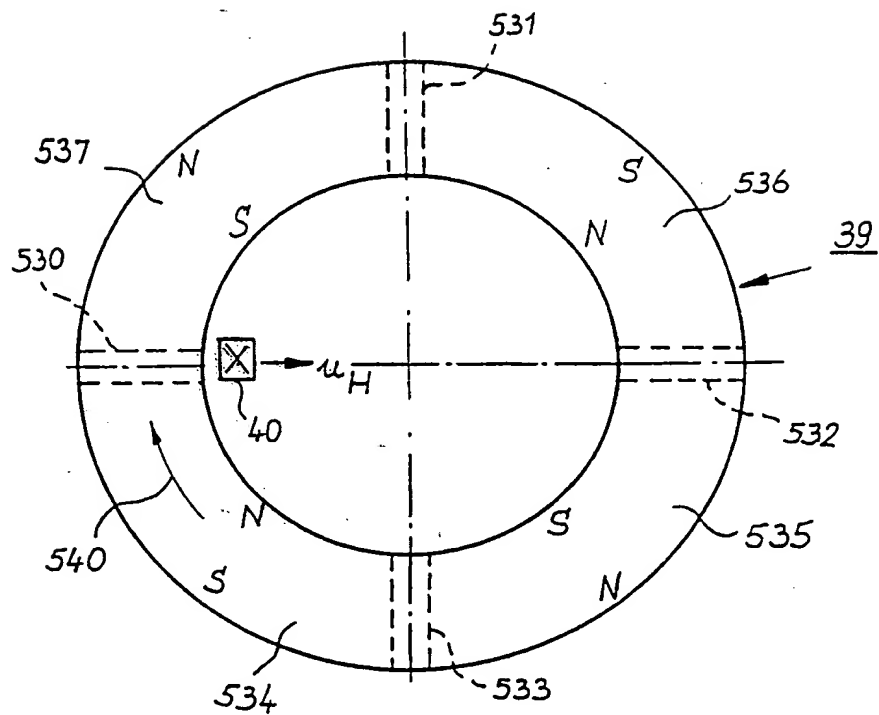


Fig. 16

THIS PAGE BLANK (USPTO)

*Fig. 17*

THIS PAGE BLANK (USPTO)

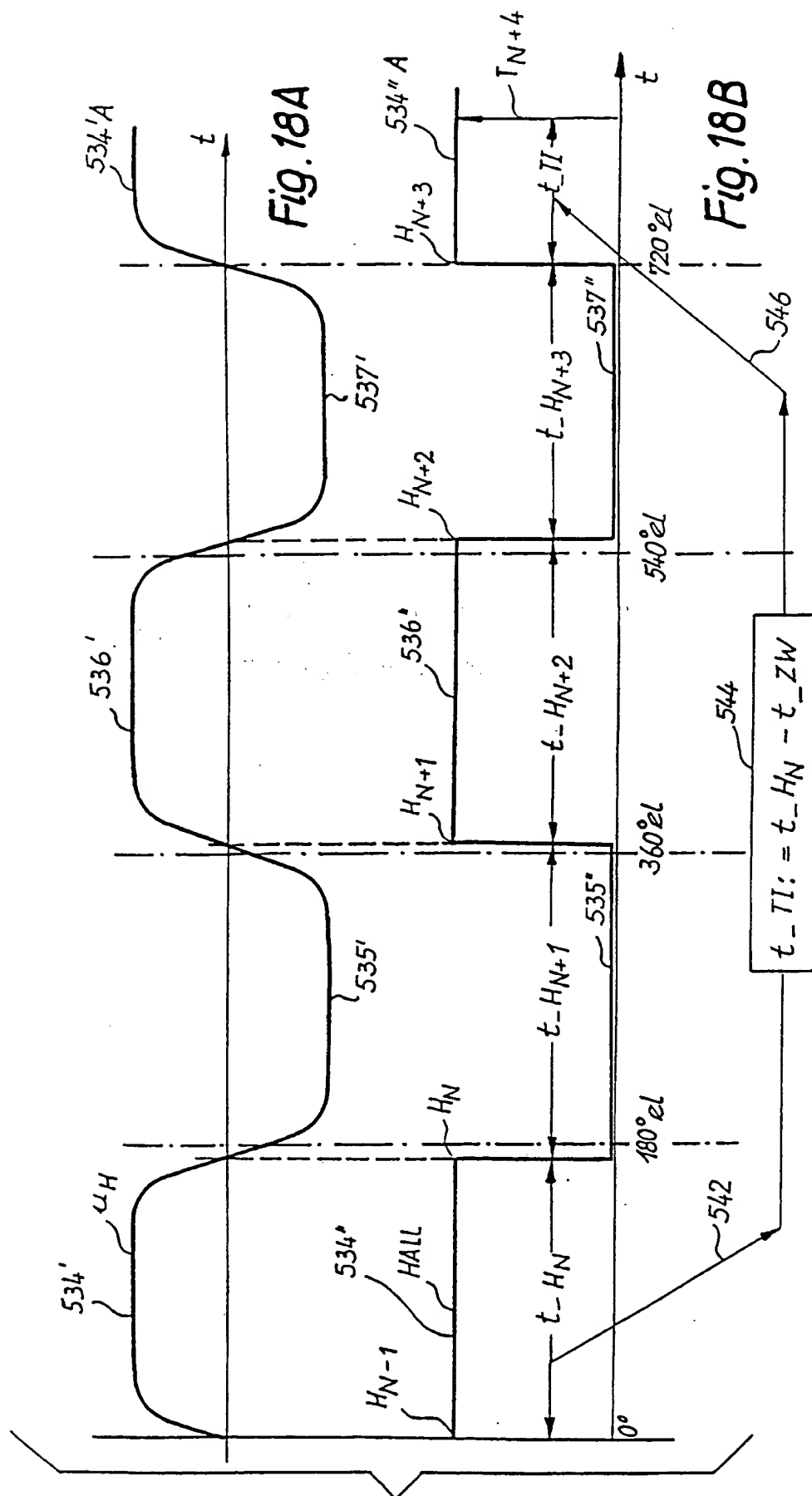


Fig. 18

THIS PAGE BLANK (USPTO)

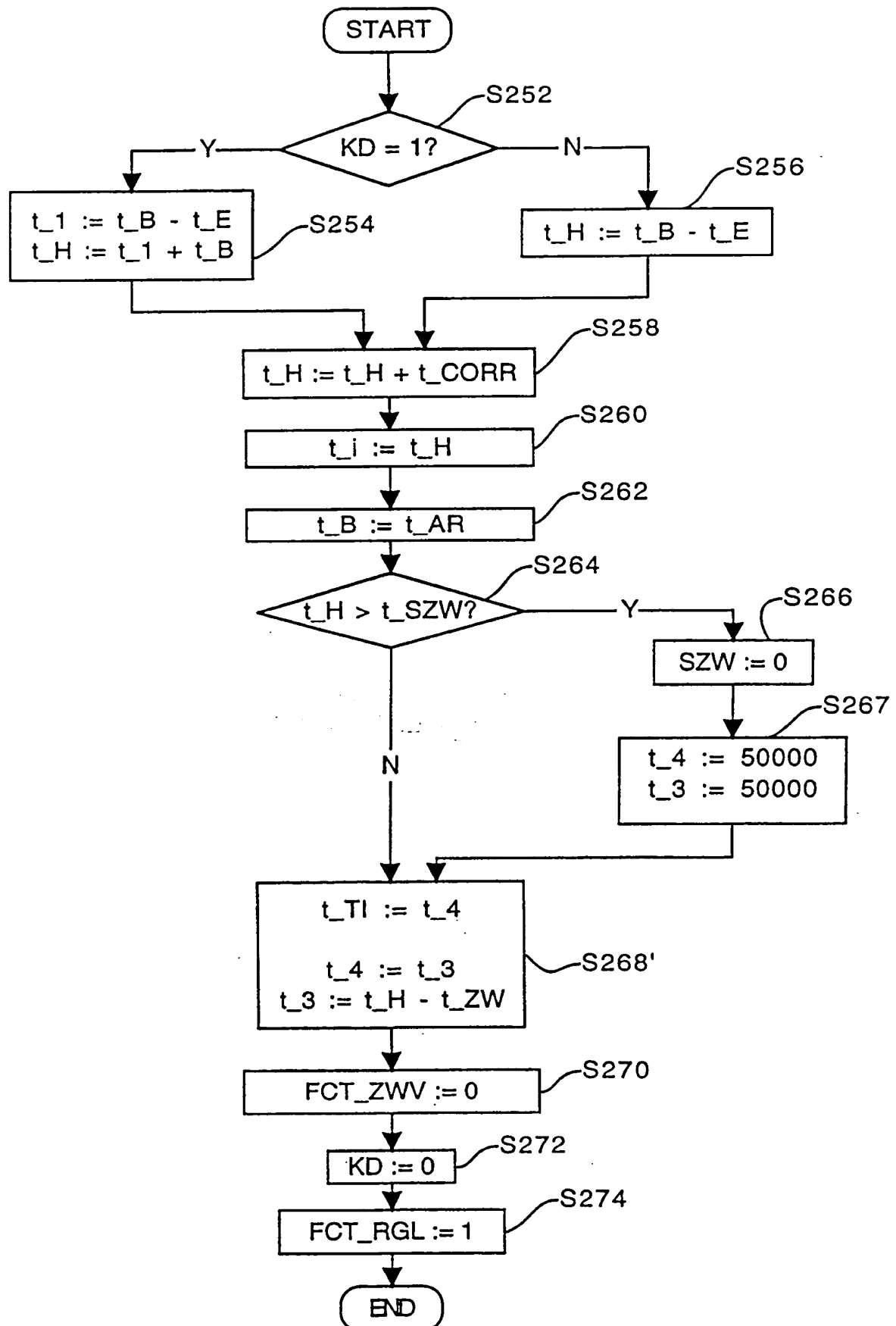


Fig. 19
ERSATZBLATT (REGEL 26)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

22/24

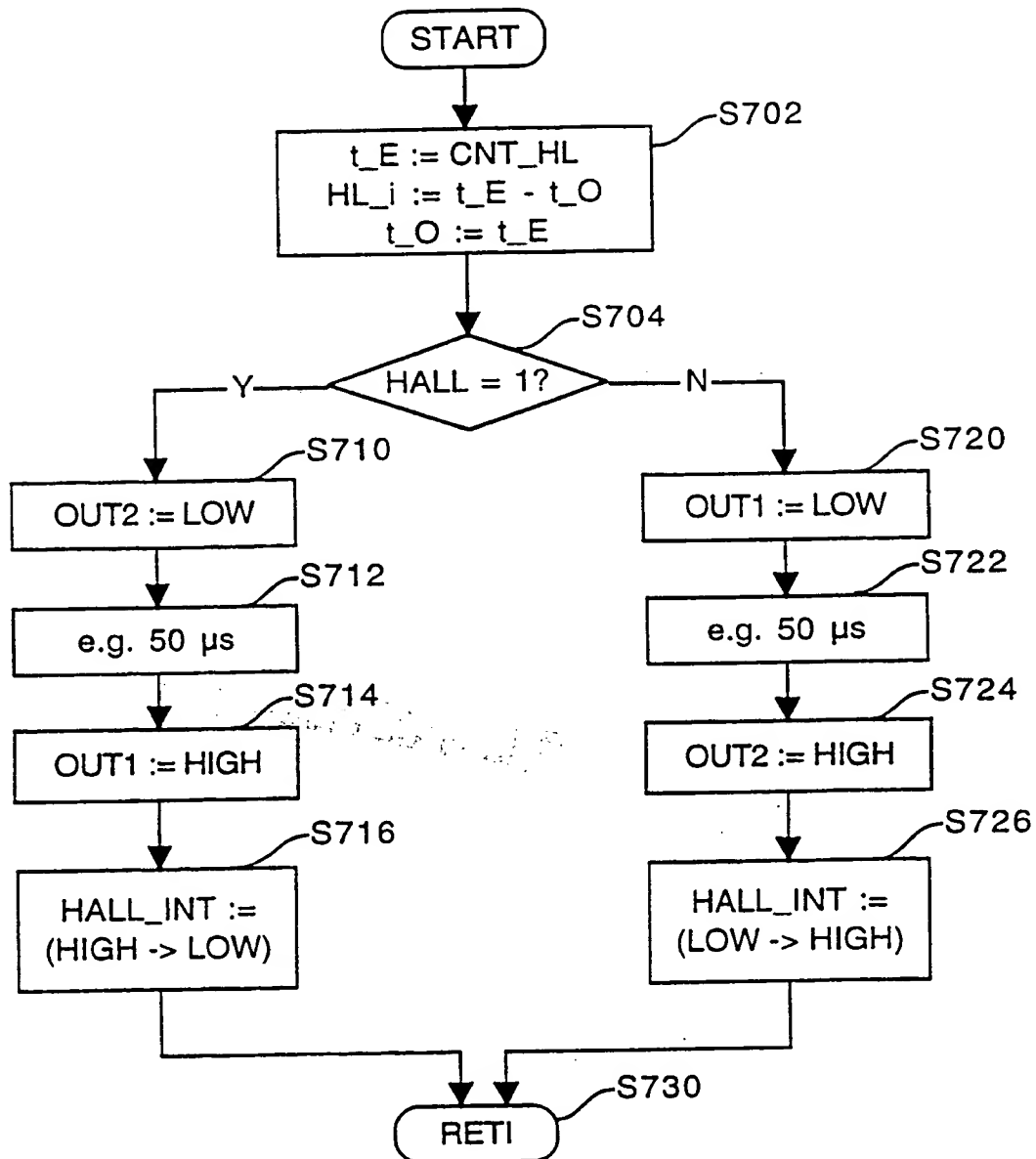
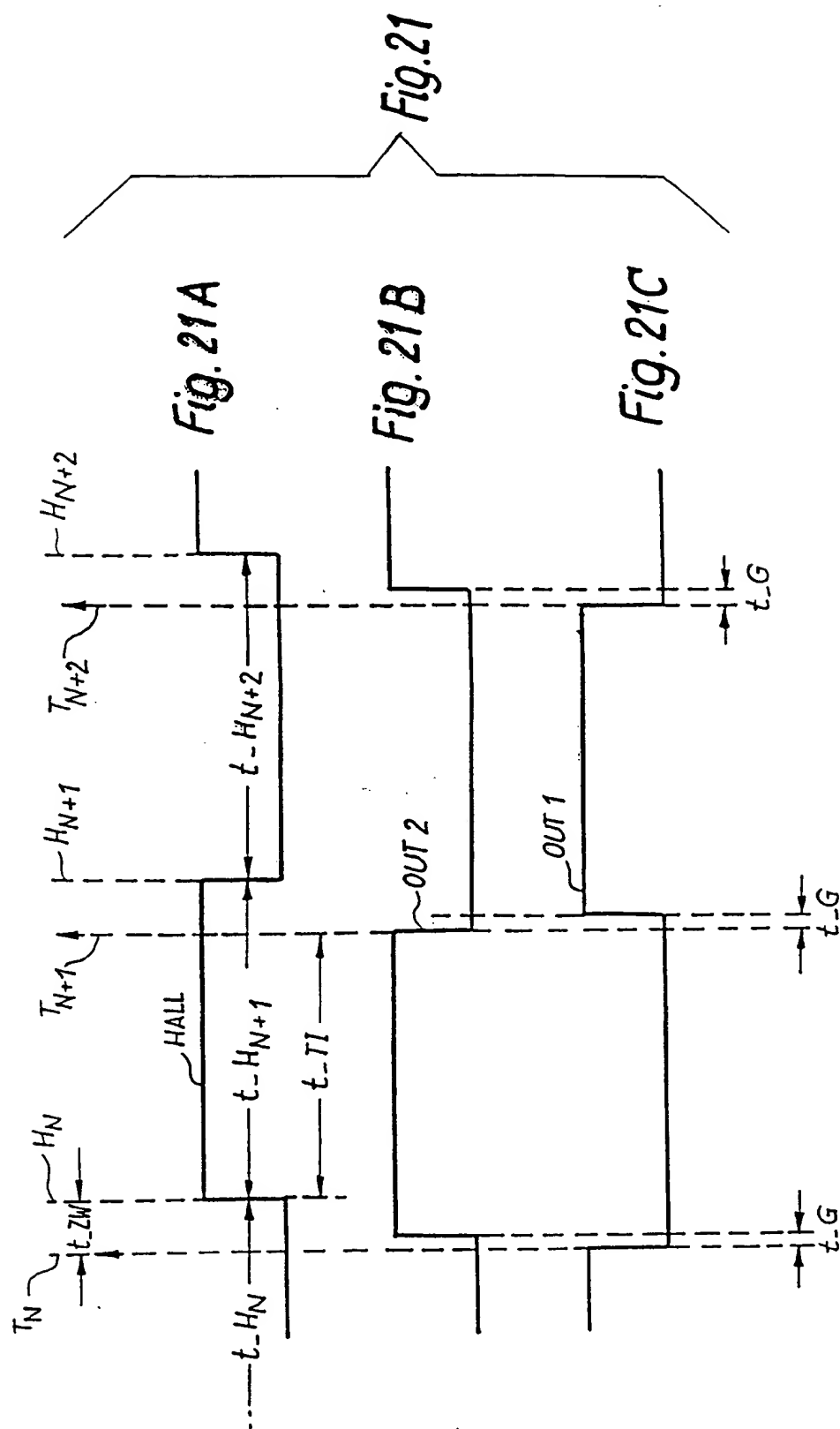


Fig. 20

THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

24/24

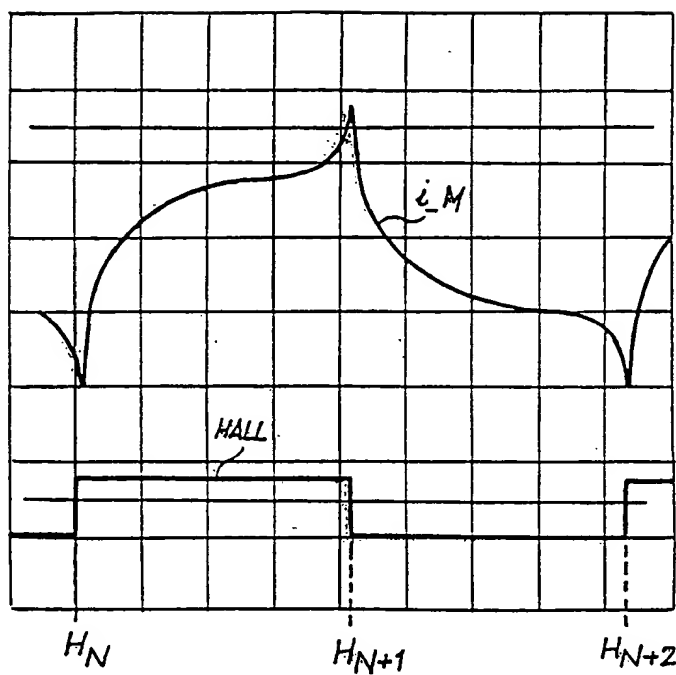


Fig. 22

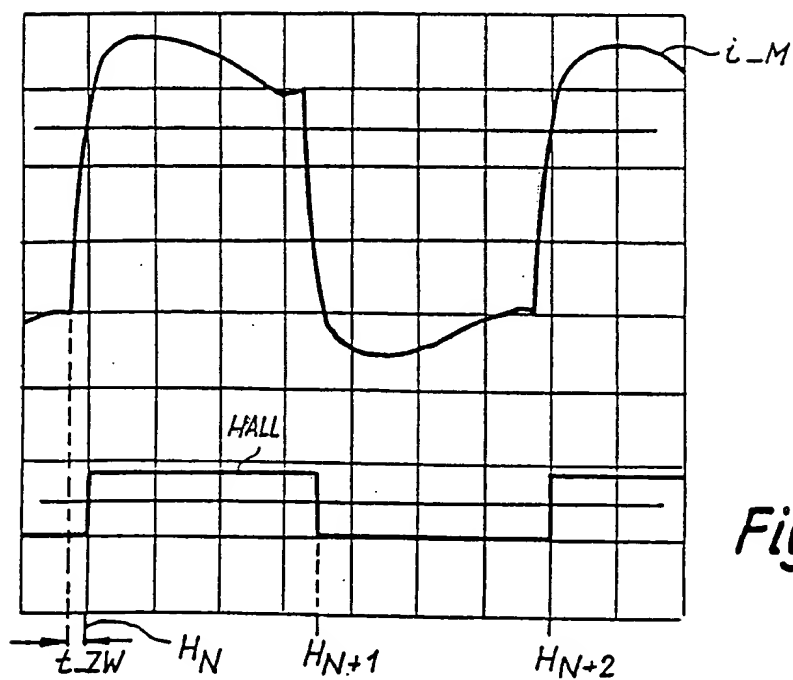


Fig. 23

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PC./EP 99/05282

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H02P6/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H02P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 743 815 A (GEE ET AL.) 10 May 1988 (1988-05-10) abstract column 1, line 49 -column 2, line 3 column 4, line 49 -column 5, line 2 column 6, line 60 -column 7, line 9 column 7, line 36 -column 9, line 62; figures 3,6,7	1-5,7, 22,26,27
A	DE 197 00 479 A (PAPST-MOTOREN GMBH & CO KG) 17 July 1997 (1997-07-17) cited in the application	1-5, 10-13,22
X	column 17, line 59 -column 22, line 3; figures 1,3,5-7,9,13-15 --- -/--	25-27,29



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 November 1999

Date of mailing of the international search report

26/11/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Beitner, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/EP 99/05282

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 285 135 A (CAROBOLANTE ET AL.) 8 February 1994 (1994-02-08)	1,10,22
X	abstract column 4, line 1 -column 5, line 3; figures 1,2 ---	26,27,29
A	US 5 717 297 A (KARWATH ET AL.) 10 February 1998 (1998-02-10) abstract column 2, line 44 -column 3, line 49 column 5, line 64 -column 7, line 32; figures 1,2A,2B ---	1,10,17
A	GB 2 305 314 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 2 April 1997 (1997-04-02) abstract page 8, line 7 -page 9, line 6 page 25, line 3 -page 35, line 8; figures 1-6,25A-E ---	1,10,22, 26
A	US 5 334 917 A (LIND) 2 August 1994 (1994-08-02) abstract column 5, line 61 -column 10, line 29; figures 3,9,10 -----	1,10,22, 26

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/05282

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4743815 A	10-05-1988	NONE	
DE 19700479 A	17-07-1997	AU 1374097 A WO 9725768 A	01-08-1997 17-07-1997
US 5285135 A	08-02-1994	DE 69319818 D DE 69319818 T EP 0589630 A JP 6217588 A US 5428276 A	27-08-1998 03-12-1998 30-03-1994 05-08-1994 27-06-1995
US 5717297 A	10-02-1998	DE 4132881 A US 5583404 A	29-07-1993 10-12-1996
GB 2305314 A	02-04-1997	JP 6165569 A JP 7067380 A GB 2272808 A, B KR 140362 B US 5486743 A	10-06-1994 10-03-1995 25-05-1994 17-08-1998 23-01-1996
US 5334917 A	02-08-1994	EP 0466673 A JP 5176587 A SE 9002420 A	15-01-1992 13-07-1993 13-01-1992

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H02P6/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETERecherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H02P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 743 815 A (GEE ET AL.) 10. Mai 1988 (1988-05-10) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 49 -Spalte 2, Zeile 3 Spalte 4, Zeile 49 -Spalte 5, Zeile 2 Spalte 6, Zeile 60 -Spalte 7, Zeile 9 Spalte 7, Zeile 36 -Spalte 9, Zeile 62; Abbildungen 3,6,7 ----	1-5,7, 22,26,27
A	DE 197 00 479 A (PAPST-MOTOREN GMBH & CO KG) 17. Juli 1997 (1997-07-17) in der Anmeldung erwähnt	1-5, 10-13,22
X	Spalte 17, Zeile 59 -Spalte 22, Zeile 3; Abbildungen 1,3,5-7,9,13-15 ----- -/--	25-27,29



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. November 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

26/11/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Beitner, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ²	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 285 135 A (CAROBOLANTE ET AL.) 8. Februar 1994 (1994-02-08)	1,10,22
X	Zusammenfassung Spalte 4, Zeile 1 -Spalte 5, Zeile 3; Abbildungen 1,2 ----	26,27,29
A	US 5 717 297 A (KARWATH ET AL.) 10. Februar 1998 (1998-02-10) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 44 -Spalte 3, Zeile 49 Spalte 5, Zeile 64 -Spalte 7, Zeile 32; Abbildungen 1,2A,2B ----	1,10,17
A	GB 2 305 314 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 2. April 1997 (1997-04-02) Zusammenfassung Seite 8, Zeile 7 -Seite 9, Zeile 6 Seite 25, Zeile 3 -Seite 35, Zeile 8; Abbildungen 1-6,25A-E ----	1,10,22, 26
A	US 5 334 917 A (LIND) 2. August 1994 (1994-08-02) Zusammenfassung Spalte 5, Zeile 61 -Spalte 10, Zeile 29; Abbildungen 3,9,10 -----	1,10,22, 26

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/05282

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4743815 A	10-05-1988	KEINE	
DE 19700479 A	17-07-1997	AU 1374097 A WO 9725768 A	01-08-1997 17-07-1997
US 5285135 A	08-02-1994	DE 69319818 D DE 69319818 T EP 0589630 A JP 6217588 A US 5428276 A	27-08-1998 03-12-1998 30-03-1994 05-08-1994 27-06-1995
US 5717297 A	10-02-1998	DE 4132881 A US 5583404 A	29-07-1993 10-12-1996
GB 2305314 A	02-04-1997	JP 6165569 A JP 7067380 A GB 2272808 A,B KR 140362 B US 5486743 A	10-06-1994 10-03-1995 25-05-1994 17-08-1998 23-01-1996
US 5334917 A	02-08-1994	EP 0466673 A JP 5176587 A SE 9002420 A	15-01-1992 13-07-1993 13-01-1992

THIS PAGE BLANK (USPTO)